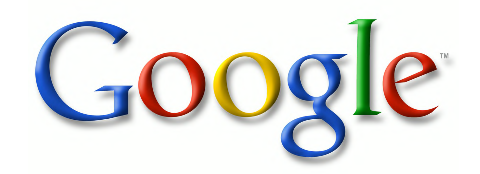
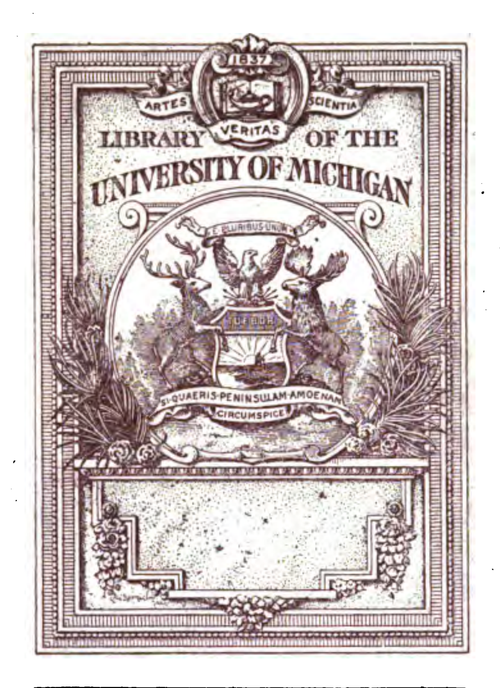
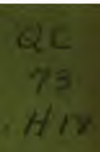
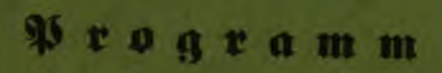



1837
ARTES
SCIENTIA
VERITAS
LIBRARY OF THE
UNIVERSITY OF MICHIGAN
E PLURIBUS UNUM
TUEBOR
SI QUAERIS PENINSULAM AMOENAM
CIRCUMSPICE





der

Königlichen



und

Baugewerken-Schule zu Zittau.

Ostern 1842.



Programm

der

Königl. Gewerbschule



und

Baugewerkenschule zu Zittau,

wodurch

zu den am 7. 8. 9. März 1842

zu haltenden Prüfungen

ergebenst einladet

Friedrich Lindemann,
Director.

a) Mechanische Arbeit der Kräfte und Leistungen der Maschinen, Abhandlung von Anton Hallbauer.

b) Schulnachrichten vom Director.



Zittau, gedruckt auf Kosten der Königl. Gewerbschule.

1842.

Mechanische Arbeit der Kräfte und Leistung der Maschinen.

La force vive est celle, qui se paie.
Montgolfier.

Begriff mechanischer Arbeit und Maß derselben.

Jede Ursache, welche an dem Zustande der Ruhe oder Bewegung der Körper eine Veränderung hervorbringen würde, wenn nicht andere Ursachen jene erste aufheben, heißt in der Mechanik Kraft; bewegende Kraft, wenn sie Bewegung, widerstehende Kraft oder Widerstand, wenn sie keine Bewegung hervorzubringen, sondern nur Bewegung zu verändern oder zu verhindern fähig ist. Oft belegt man aber auch, zumal wenn von einer beabsichtigten Wirkung die Rede ist, bewegende Kräfte mit dem Namen Widerstände, wenn sie jener Wirkung sich entgegensetzen.

So lange die auf einen Körper wirkenden Kräfte einander entgegengesetzt gerichtet und gleich sind, ist kein Grund vorhanden, weshalb der Körper sich nach der einen, oder nach der andern Richtung fortbewegen sollte, die Wirkungen beider Kräfte heben sich gegenseitig auf und es findet Ruhe statt. Ueberwindet aber eine dieser Kräfte

* Bei Bearbeitung des Vorliegenden sind benutzt worden: Poncelets Einleitung zur industriellen Mechanik, Morins Hilfsbuch für practische Mechanik, und Whewells Elementarbuch der Mechanik.

die andere, so entsteht Bewegung und die Summe der Leistungen, welche diese Kraft in einer gewissen Zeit hervorzubringen im Stande ist, ist die mechanische Arbeit (travail mécanique) der Kraft in dieser Zeit. Es reicht also, um mechanische Arbeit zu verrichten, nicht hin, einen Widerstand durch eine Kraft aufzuheben, sondern es muß der Angriffspunct der Kraft dem Widerstande auch entgegengeführt, und dieser, sich fortwährend erneuernd, auch fortwährend überwunden werden. Soll z. B. ein Körper auf eine gewisse Höhe gehoben werden, so ist der Widerstand, den hier die Schwere bildet, auf die ganze Länge des Weges zu überwinden. Eine Kraft, welche einen Körper zerdrücken soll, muß nicht allein dem Widerstande, welchen die Cohäsion der Theile ihr entgegensetzt, gleich sein, sie muß auch einen Weg machen, welcher hinreichend ist, um die Theile des Körpers aus ihrer Verbindung zu bringen.

Der Begriff von Ruhe und Bewegung ist relativ und es kann ein Körper in Bezug auf die zunächst um ihn befindlichen Gegenstände in Ruhe sein, während er mit diesen und in Bezug auf entferntere sich in Bewegung befindet. Ja es ist auf unserer Erde kein Körper in absoluter Ruhe, weil alle Körper sich mit der Erde fortbewegen, und dennoch können wir nicht sagen, daß, weil kein Körper der Wirkung der Schwerkraft sich entziehen kann, sie deshalb sämmtlich mechanische Arbeit verrichteten, wenn nicht außerdem noch andere Bewegungen erfolgen.

Demnach wird nicht immer mechanische Arbeit ausgeübt, wenn Kräfte wirken, und Bewegungen stattfinden, sondern nur wenn die Bewegungen directe Wirkungen der Kraftäußerungen oder diese die Ursachen jener sind.

Wer in einem Wagen gegen eine Wand desselben einen Druck ausübt, verrichtet deshalb, weil der Wagen zugleich vorwärts geht, nicht auch mechanische Arbeit, denn die Bewegung des Wagens ist unabhängig von diesen Anstrengungen, welche nicht darauf verwendet werden, sie zu unterhalten und welche aufhören können, ohne daß die Bewegung des Wagens aufhört.

Je größer der Widerstand ist, welcher in einer gegebenen Zeit überwunden werden soll, desto größer wird auch der Aufwand an Kraft sein müssen und ebenfalls um so größer, je größer der in einer gewissen Zeit zurückgelegte Weg ist, weil sich der Widerstand in dieser Zeit dann um so öfter wiederholt. Sieht man daher den Aufwand an mechanischer Arbeit, welcher nöthig ist, um einen Widerstand auf die Länge eines gewissen Wegs zu überwinden, als Einheit an, so wird, um auf dieselbe Länge den zwei-, drei- oder mehrfachen Widerstand zu überwinden, auch das Zwei-, Drei- oder Mehrfache der Arbeit nöthig sein, und es werden sich bei gleichen Wegen die Arbeitsmengen verhalten wie die Widerstände. Soll dagegen ein und derselbe Widerstand auf die zwei-, drei- oder mehrfache Länge eines gewissen Weges überwunden werden, so wird die dazu erforderliche Arbeit auch das Zwei-, Drei- oder Mehrfache derjenigen sein müssen, welcher zur Ueberwindung desselben Widerstandes bei nur einfachem Wege gehört. Es verhalten sich demnach bei gleichen Widerständen die Arbeitsmengen wie die zurückgelegten Wege.

Kennt man daher die Arbeitsgröße, welche entwickelt werden muß, um einen gewissen Widerstand auf eine gewisse Strecke zu besiegen, so wird man schließen müssen, daß für den nfachen Widerstand und den mfachen Weg

das $m$fache jener Arbeitsgröße $n$mal oder das mnfache derselben gefordert wird.

Es verhalten sich demnach die Leistungen oder Arbeitsgrößen verschiedener Kräfte wie die Producte aus den überwundenen Widerständen in die von denselben durchlaufenen Wege.

Die Factoren dieses Productes lassen sich wie Qualität und Quantität des Geschaffenen betrachten, und da diese den Geldwerth desselben bestimmen, so dient die mechanische Arbeit als Maß für den durch die bewegende Kraft erzielten Geldgewinn. Mechanische Arbeit ist das, was bezahlt wird: so ist der Ausspruch Montgolfier's „La force vive est celle, qui se paie“ zu nehmen.

Als Maß oder **Einheit** der mechanischen Arbeit wird allgemein die Arbeitsgröße angenommen, welche nöthig ist, um den Widerstand einer Gewichtseinheit auf die Länge einer Maßeinheit z. B. 1 *kil.* auf 1 *met.**, 1 Pfd. auf 1 Fuß Weges zu überwinden, so daß jede Arbeitsgröße durch das Product aus der Größe des Widerstands und der Größe des Weges, jene in Gewichts-, diese in Längeneinheiten ausgedrückt, gemessen werden kann.

Die Ausdrücke **mechanische Arbeit**, **mechanische Kraft**, **mechanisches Moment**, **Arbeitsmenge**, **Arbeitsgröße**, **dynamischer Effect** bezeichnen sämmtlich das nämliche Product.

Je nachdem man sich des Kilogramms und Meters oder des Pfundes und Fußes als Einheiten bedient, bezeichnet man dieses Product durch Kilogrammeter oder Fußpfund und sagt z. B., daß um 20 *kil.* auf 25 *m.* zu heben 20 . 25 = 500 *km.* (Kilogrammeter) oder um

* 1 Kilogramme = 3,5303 Dresdner Fuß.
1 Metre = 2,1491 Leipziger Pfund.

50 Pfd. auf eine Höhe von 100 Fuß zu heben, 50 . 100 = 5000 F℔ (Fußpfund) mechanische Arbeit gehören.

Dieses Maß kann als vergleichendes jedoch blos bei solchen Kräften angewendet werden, welche gleiche Zeiträume hindurch in Thätigkeit sind, denn zwei sehr verschiedene Kräfte werden dennoch gleiche Arbeitsmengen hervorbringen, wenn die kleinere eine verhältnißmäßig, größere Zeit hindurch arbeitet. Um daher die Leistungen der Kräfte streng unter einander vergleichen zu können, muß man in den Begriff der mechanischen Arbeit noch die Zeit einführen und die Arbeitsmengen durch die Producte aus den Gewichtseinheiten der Kräfte oder Widerstände in die Wegeinheiten, welche sie während einer Zeiteinheit durchlaufen, ausdrücken. Gewöhnlich nimmt man die Secunde als Zeiteinheit an, und giebt die Größe der Arbeit, unabhängig von der längern oder kürzern Dauer derselben, blos für die Zeit einer Secunde an.

Mit der Erfindung der Dampfmaschinen kam noch eine andere Einheit für das Maß der mechanischen Arbeit in Gebrauch.

Die ersten Dampfmaschinen wurden nämlich zum Betriebe der englischen Kohlenwerke verwendet, und da diese sich früher der Pferde zur Bewegung der Maschinen bedient hatten, so schätzte man gern die Leistungen der Dampfmaschinen, um sie mit der der frühern Vorrichtungen vergleichen zu können, nach der Anzahl der Pferde, welche während deren gewöhnlicher Arbeitszeit dieselbe mechanische Arbeit leisten konnten. Dieses neue Maß wurde für große Arbeitsmengen wegen der Größe seiner Einheit so passend gefunden, daß man allgemein große dynamische Effecte durch Pferdekräfte ausdrückt und unter einer Pferdekraft (Maschinenpferd, cheval-vapeur)

die mechanische Arbeit von 75 *km.* oder 550 FK in jeder Secunde zu verstehen übereingekommen ist. Wenn daher die Leistung einer disponiblen Kraft z. B. zu 20 Pferdekräften angegeben ist, so bedeutet dies so viel, daß diese Kraft eine mechanische Wirkung von 20 . 75 = 1500 *km.* oder 20 . 550 = 11000 FK in jeder Secunde hervorzubringen im Stande ist.

Es sei hier bemerkt, daß der dabei angenommene Nominalwerth einer Pferdekraft keineswegs mit dem wirklichen Werthe derselben zusammenfällt, wenn es sich um eine längere Zeit als die gewöhnliche Arbeitszeit der Pferde handelt, und daß man nicht glauben darf, die tägliche Arbeit von 20 Maschinenpferden durch die animalischen Kräfte von 20 Pferden täglich wirklich ersetzen zu können. Ein Pferd z. B. am Göpel arbeitend, zieht 45 *km.* mit 0, 9 *m.* Geschwindigkeit 8 Stunden lang, giebt also eine tägliche Leistung von 45 . 0, 9 . 8 . 60 . 60 = 1166400 *km.* während dem Maschinenpferde die tägliche Leistung von 75 . 24 . 60 . 60 = 6480000 *km.* entspricht.

Nicht immer ist, wie bisher vorausgesetzt wurde, die Kraft oder der Widerstand in jedem Augenblicke der Bewegung derselbe. Denkt man sich z. B. einen auf unebnem Wege fortgerollten Wagen, so werden bald größere, bald kleinere und überhaupt in verschiedenen Augenblicken verschiedene Widerstände stattfinden. In diesem Falle einer veränderlichen Kraft oder eines veränderlichen Widerstandes muß man die Wirkung derselben während einer so kleinen Zeit betrachten, daß für den sehr kleinen Weg in dieser Zeit der Widerstand als constant angesehen und die Arbeit durch das Product aus diesem Wege und aus demselben Widerstande gemessen werden kann. Die Summe aller

dieser einzelnen Producte wird alsdann der Totalarbeit während des ganzen durchlaufenen Wegs entsprechen.

Wenn bei dem vorerwähnten Beispiele mit Hilfe von Vorrichtungen, wie sie die neuesten Dynamometer wirklich darbieten, gefunden worden wäre, daß zu Ende der auf einander folgenden Wege von $\frac{3}{4}$, 1, $\frac{2}{3}$, $\frac{5}{4}$, $\frac{4}{3}$ Meter die Widerstände 36, 40, 42, 54, 34 und zu Anfang 38 *kil.* betragen hätten, so würde man während der ersten $\frac{3}{4}$ *m.* Weg einen mittlern constanten Widerstand von $\frac{38 + 36}{2} = 37$ *kil.* und für die folgenden Theile der Bewegung die Widerstände $\frac{36 + 40}{2} = 38$; $\frac{40 + 42}{2} = 41$; $\frac{42 + 54}{2} = 48$; $\frac{54 + 34}{2} = 44$ *kil.* ohne großen Fehler annehmen dürfen. Es würden daher zur Zurücklegung von 5 *m.* Weg $\frac{3}{4} . 37 + 1 . 38 + \frac{2}{3} . 41 + \frac{5}{4} . 48 + \frac{4}{3} . 44 = 211 \frac{3}{4}$ *km.* nöthig gewesen sein. Wenn überdies die Zurücklegung dieses Wegs 5 Secunden gedauert hätte, so würde man die mechanische Arbeit zur Bewegung des Wagens in jeder Secunde $\frac{211{,}75}{5} = 42{,}55$ *kil.* schätzen können.

Man wird überhaupt die mittlere mechanische Arbeit für jede Secunde erhalten, wenn man die Totalarbeit durch die Zeit dividirt, und den so erhaltenen Quotienten wird man als eine mit constanter Kraft und constanter Geschwindigkeit verrichtete Arbeit betrachten können.

Bezeichnet P die Kraft und s den zurückgelegten Weg, so ist nach dem früheren Ps die mechanische Arbeit für die Länge dieses Wegs. Versteht man aber unter c den Weg in jeder Secunde oder die Geschwindigkeit des

Angriffspunctes der Kraft, so ist die in jeder Secunde verrichtete mechanische Arbeit dem Producte Pc gleich.

Da nun jedes Product sich in zwei Factoren zerlegen läßt, von welchen der eine beliebig gewählt werden kann, so wird eine und dieselbe Arbeitsgröße auch aus andern Kraftäußerungen und Geschwindigkeiten hervorgehen können, als woraus man sie entstehen sah. Es wird dieselbe mechanische Arbeit, welche einen Widerstand von 100 *kil.* auf einer Strecke von 20 *m.* überwand, auch einen Widerstand von 1 *kil.* auf 2000 *m.*, von 1000 *kil.* auf 1 *m.*, von 10 *kil.* auf 200 *m.* ꝛc. zu überwinden im Stande sein, weil in allen diesen Fällen das Product aus Widerstand und Weg 2000 *km.* d. h. eine und dieselbe mechanische Arbeit ist.

Es ist nun die Aufgabe der Mechanik, das Product Ps oder Pc so zu verändern, daß Kraftäußerungen und Geschwindigkeiten entstehen, wie sie die Zwecke der Industrie erfordern, und dieses Product, wie es die Natur bietet, aufzunehmen, fortzupflanzen und jenen Zwecken gemäß in Factoren zu zerfällen, ist die Bestimmung der Vorrichtungen, welche wir Maschinen nennen.

Die von der Natur dargebotenen Arbeitsgrößen der bewegenden Kräfte zu vermehren, steht nicht in der Macht des Menschen, denn wie man auch das Product Ps oder Pc in zwei Factoren zerlegen mag, das Product aus denselben wird doch immer wieder Ps oder Pc sein; er hat nur Sorge zu tragen, sie soviel möglich in ihrem ganzen Umfange zu benutzen und den Verlust, welcher durch zufällige Widerstände herbeigeführt wird, von denen später die Rede sein soll, möglichst herabzuziehen.

Die einfachste mechanische Arbeit, welche zugleich den Begriff ihres Maaßes in sich enthält, ist die senkrechte

Erhebung einer Last dadurch, daß man eine andere Last senkrecht herabgehen läßt. Ist das herabsinkende Gewicht P und seine Geschwindigkeit c, so ist die aufgewendete Arbeit in jeder Secunde Pc und ist die dadurch gehobene Last Q und ihre Geschwindigkeit v, so ist die verrichtete Arbeit Qv, die Producte Pc und Qv aber sind nach dem vorigen einander gleich, d. h. es ist $Pc = Qv$.

Wenn nun, wie bei diesem Beispiele, durch eine Kraft ein Körper auf eine gewisse Höhe gehoben worden ist, und dieser Körper nachher mit oder ohne Hilfe von Maschinen zur Besiegung von Widerständen angewendet, indem er herabsinkt genau dieselbe Arbeitsmenge wieder hergiebt: so bietet hierin die Schwere der Körper ein Mittel dar, mechanische Arbeit der Kräfte sammeln und dem Bedürfnisse gemäß zu anderer Zeit zu nützlichen Zwecken verwenden zu können.

Die Wirkungsweise des Wassers als bewegende Kraft ist, wie in der Folge gezeigt werden wird, keine andere als gerade diese. Aber auch die Schwere fester Körper kann als Kraftreservoir dienen, wie dies bei Bewegung von Drehspindeln, Gewichtsuhren, Bratspießen und dergl. geschieht.

Maß beschleunigender Kräfte.

Ist die Bedingung der Gleichheit der Kraft und des Widerstandes nicht erfüllt, so wird immer eine dem Ueberschusse des einen über das andere gleiche Größe auf die Vermehrung oder Verminderung der Geschwindigkeit der Bewegung verwendet werden, und es wird eine gleichförmig beschleunigte oder gleichförmig verzögerte Bewegung entstehen, für welche ein neues Maß der mecha-

nischen Arbeit gesucht werden muß. Sieht man z. B. einen Körper von einer gewissen Höhe frei herabfallen, so verrichtet er während des Herabfallens keine andere mechanische Arbeit, als jeden Augenblick seine Geschwindigkeit zu vergrößern.

Bezeichnet $g = 9{,}8088$ *m.* $= 34{,}64$ F. die Beschleunigung der Schwerkraft, d. h. die von einem frei herabfallenden Körper nach einer Secunde erlangte Geschwindigkeit, v die Endgeschwindigkeit eines Körpers, nachdem er von der Höhe h herabgefallen ist, so ist nach den Gesetzen des freien Falls

$$v = \sqrt{2gh} \text{ oder } h = \frac{v^2}{2g}$$

Ein von der Höhe h herabsinkender Körper aber von dem Gewichte Q würde während des Herabsinkens eine mechanische Arbeit Qh verrichten und einen andern vom Gewichte P um die Höhe s heben können. Er hat daher unten ankommend, in seiner Geschwindigkeit eine Arbeitsgröße $Ps = Qh$ angesammelt, welche sich, wenn man für h den obigen Werth $\frac{v^2}{2g}$ einsetzt, durch

$Ps = \frac{Qv^2}{2g}$ oder durch das halbe Product aus der Schwere des Körpers in das Quadrat der Geschwindigkeit, dividirt durch die Beschleunigung der Schwerkraft*, ausdrücken läßt.

Was für die gleichförmig beschleunigte Bewegung gilt, deren Maß die Beschleunigung g der Schwerkraft

* Französische Mechaniker nennen $\frac{Q}{g}$ die Masse eines Körpers und die doppelte mechanische Arbeit $\frac{Qv^2}{g}$ lebendige Kraft (force vive.)

ist, dasselbe gilt auch für jede solche Bewegung von einem andern Beschleunigungsmaße, da zwei gleich große Massen in dem Augenblicke, wo sie gleich große Geschwindigkeiten besitzen, gewiß auch gleiche Wirkungen ausüben können; denn behielten sie von diesem Augenblicke an ihre Geschwindigkeit bei, so würden ihre beiderseitigen mechanischen Leistungen in der ersten wie in jeder folgenden Secunde dieselben sein, welches auch das zugehörige Beschleunigungsmaß gewesen sein mag.

Dieselbe mechanische Arbeit aber, welche ein Körper ansammelte, indem er aus der Ruhe allmälich in eine gewisse Geschwindigkeit überging, wird er wieder abgeben können, indem er aus derselben Geschwindigkeit wieder allmälich zur Ruhe übergeht. Es wird daher auch ein Körper vom Gewichte Q, welcher zu Anfange der Bewegung die Geschwindigkeit v hatte, und nach und nach zur Ruhe übergeht, während dieses Ueberganges eine mechanische Arbeit:

$Ps = \frac{Qv^2}{2g}$ verrichten, d. h. einen andern Körper vom Gewichte P auf die Höhe s heben können.

Man schreibt diese Eigenschaft, dieses Vermögen der Körper, bei dem Uebergange aus der Ruhe in die Bewegung eine gewisse Arbeitsmenge in sich zu concentriren, und bei dem Uebergange aus der Bewegung in Ruhe wieder abzugeben, der Trägheit der Masse, dem Beharrungsvermögen der Körper zu.

So wirken Hammer, Pochstempel und Rammklotz, indem sie die vorher auf sie verwendete Arbeit aus der Bewegung in die Ruhe übergehend, wieder erzeugen.

Rollt z. B. ein Wagen, dessen Gewicht Q = 2000 *km.* beträgt mit der Geschwindigkeit v = 1, 5 *m.* dahin, so ist

die mechanische Arbeit, welche ihm diese Geschwindigkeit verleihen konnte, $\frac{Qv^2}{2g} = \frac{2000 \cdot 1{,}^2 5}{2 \cdot 9{,}8088} = 229{,}3$ *km.* d. h. wenn man diesen Wagen durch eine Rolle und ein Seil mit einer Last von 229,3 *kil.* in Verbindung setzen wollte, so würde er dieselbe 1 *m.* hoch, eine andere Last von 10 *kil.* 22,93 *m.* hoch ꝛc. zu heben vermögen.

Diese Eigenschaft der Körper beschränkt sich jedoch nicht blos auf den Uebergang aus Ruhe in Bewegung und umgekehrt, sondern sie ist auch beim Uebergange aus einer Bewegung in eine andere thätig. Um einem Körper Q die Geschwindigkeit $v_{,}$ zu ertheilen ist $\frac{Qv_{,}^2}{2g}$ mechanische Arbeit nöthig, und um ihm die größere Geschwindigkeit v zu ertheilen $\frac{Qv^2}{2g}$. Es wird daher, weil er schon $\frac{Qv_{,}^2}{2g}$ Arbeitsgröße bei sich führte, nur noch $\frac{Qv^2}{2g} - \frac{Qv_{,}^2}{2g} = Q\left(\frac{v^2 - v_{,}^2}{2g}\right)$ mechanische Arbeit nöthig sein, um seine Geschwindigkeit $v_{,}$ auf v zu steigern. Ebenso wird ein Körper, indem sich seine Geschwindigkeit von v auf $v_{,}$ vermindert, $Q\left(\frac{v^2 - v_{,}^2}{2g}\right)$ Arbeit verrichten können.

Wäre z. B. bei dem vorhin gesetzten Falle die Geschwindigkeit des Wagens v = 2 *m.* gewesen und wäre dieselbe auf $v_{,} = 1{,}5$ *m.* vermindert worden, so würde hierdurch eine Arbeitsgröße von $Ps = \frac{2000\,(2^2 - 1{,}^2 5)}{2 \cdot 9{,}8088} = 178{,}5$ *km.* frei geworden sein.

Bei einem um eine Axe sich drehenden Körper läßt sich die mechanische Arbeit ganz auf dieselbe Weise berechnen, wenn man nur unter v die Geschwindigkeit des Mittelpunctes der trägen Masse versteht. Ist für einen solchen z die Entfernung der Drehaxe vom Mittelpuncte der Masse und u die Umdrehungszahl pr. Sec., so ist

$$v = 2\pi zu \text{ und } Ps = \frac{(2\pi zu)^2}{2g} Q = \frac{(2\pi zu)^2}{g} Q.$$

Für einen Mühlstein z. B. welcher die Form eines Ringstücks hat, liegt der Mittelpunct der Masse in

$z = \sqrt{\frac{R^2 + r^2}{2}}$ Entfernung von der Drehaxe, wenn R und r den äußern und innern Halbmesser bezeichnen; es ist

$$\text{daher } Ps = \frac{2u^2\pi^2 \frac{(R^2 + r^2)}{2} Q}{g} = u^2\pi^2 \frac{(R^2 + r^2) Q}{g}$$

und wenn $Q = 1000$ *kil.* $R = 1$ *m.*, $r = \frac{1}{4}$ *m.*, $u = \frac{3}{2}$:

$$Ps = \frac{(\frac{3}{2})^2 \pi^2 (1 + \frac{1}{16})}{9{,}8088} \cdot 1000 = 2122 \, km.$$

d. h. der Mühlstein würde, wenn man ihn aufhalten wollte, eine Last von 2122 *kil.* 1 *m.* hoch heben.

Verlust an mechanischer Arbeit.

Der Widerstände, welche überwunden werden müssen, wenn mechanische Arbeit verrichtet werden soll, giebt es zweierlei: solche, deren Ueberwindung im Zwecke der Arbeit liegt und solche, welche diesem Zwecke fremd sind. Jene bringen Arbeit hervor, in ihrer Ueberwindung besteht die nützliche Arbeit selbst, diese absorbiren auf Unkosten des beabsichtigten Zweckes einen Theil der aufgewendeten Arbeit und bringen somit einen Verlust an nützlicher Arbeit zu Wege.

Sobald Bewegung stattfindet, ruft diese durch sich selbst eine Menge Widerstände hervor, welche zwar bis zu einem gewissen Grade herabgezogen, niemals jedoch ganz vermieden werden können. Widerstand der Luft, Reibung und Adhäsion der übereinander hingleitenden Körper, Zusammendrückbarkeit und Dehnbarkeit der Körper mischen sich in jede Bewegung und vernichten einen größern oder kleinern Theil der von dem Beweger entwickelten Arbeitsgröße.

Auch die durch diese schädlichen Widerstände verlorene Arbeit läßt sich durch ein Product Wu aus Weg u und Größe W des Widerstandes ausdrücken. Wenn daher Ps die vom Beweger ursprünglich entwickelte Arbeit ist, so wird durch diese sowohl die nützliche Arbeit Qh verrichtet, als auch die schädliche Wu der zufälligen Widerstände vernichtet werden müssen, und es wird

$$Ps = Qh + Wu \text{ oder } Qh = Ps - Wu$$

und setzt man statt der Wege s, h, u die Geschwindigkeiten c, v, W:

$$Qv = Pc - Ww$$

d. h. Qh ist stets kleiner als Ps oder Qv kleiner als Pc.

Man nennt Qh oder Qv die Nutzlast oder den Nutzeffect, Wu oder Ww die Nebenlast oder den Nebeneffect, beide zusammen Ps oder Pc die Totallast oder den Totaleffect und den Quotienten aus der Nutzlast und dem ursprünglichen Kraftmomente oder dem Totaleffecte d. h. $e = \frac{Qv}{Qv + Ww} = \frac{Qv}{Pc}$ den Wirkungsgrad der Vorrichtung, welche aus Pc ursprünglicher Kraft Qv nutzbare zu Stande bringen kann.

Da aber $Pc > Qv$, so wird die Zahl e stets ein ächter Bruch sein, und da e um so größer je kleiner die Nebenlast Ww, so wird eine Maschine um so vollkommener sein, je mehr sich bei ihr die Zahl e der Eins nähert.

Hätte z. B. ein Beweger in jeder Secunde 4000 *km.* ursprüngliche Arbeit aufwenden müssen, um eine Last von 300 *kil.* durch eine Maschine in jeder Secunde 12 *m.* hoch zu heben, so ist $300 \,.\, 12 = 3600$ *km.* der Nutzeffect, $4000 - 3600 = 400$ *km.* die Nebenlast und $e = \frac{3600}{4000} = \frac{9}{10}$ der Wirkungsgrad dieser Maschine. Wüßte man dagegen umgekehrt, daß der Wirkungsgrad einer Maschine, welche jene Last mit derselben Geschwindigkeit heben soll, $\frac{3}{4}$ wäre, so würde aus $\frac{3}{4} = \frac{3600}{Pc}$ die aufzuwendende Totalarbeit $Pc = \frac{4}{3} \,.\, 3600 = 4800$ *km.* folgen.

Leicht läßt sich aus dem Vorhergehenden der Beweis für die Unmöglichkeit eines Perpetuum mobile herausfinden.

Die Ansprüche, die man an eine solche Vorrichtung machen müßte, würden darin bestehen, daß sie nicht allein 1., eine einmal erhaltene Bewegung unaufhörlich und unausgesetzt durch sich selbst fortsetze, sondern auch 2., um nützliche Arbeit zu verrichten, noch einen Widerstand fortwährend überwinde.

Was den ersten Punct anlangt, so verlangt dieser, daß der Nutzeffect dem Totaleffect gleich sein, d. h. die Maschine eben so viel mechanische Arbeit wieder abgeben soll, als ihr durch den Beweger überliefert ward. Sollte z. B. eine Gewichtsmaschine ein Perpetuum mobile

abgeben, so würde man von ihr fordern müssen, daß während das bewegende Gewicht in einer bestimmten Zeit um eine gewisse Höhe herabsinkt, die gleichgroße Last in derselben Zeit um eben diese Höhe steige, um in der darauf folgenden Zeit als Kraft wirkend herabzusinken, wiederum dieselbe Last auf dieselbe Höhe zu heben rc.

Dieser Forderung kann jedoch durch keine, auch noch so vollkommene Maschine entsprochen werden, weil ein Verlust an Arbeit die unvermeidliche Folge jeder Bewegung ist.

Gesetzt auch, die zufälligen Widerstände ließen sich gänzlich beseitigen, so würde doch durch eine solche Verrichtung noch nichts gewonnen sein, so lange nicht auch die zweite Bedingung erfüllt ist, denn Bewegung allein liefert ohne überwundenen Widerstand keine Arbeit. Konnte aber der ersten Forderung nicht Genüge geleistet werden, so wird dies viel weniger der Fall bei der zweiten sein, welche noch weit mehr, nämlich daß die von der Maschine verrichtete Arbeit die ursprünglich darauf verwendete übertreffe, verlangt. Es wird daher ebensowenig ein Perpetuum mobile sich herstellen lassen, als der Wirkungsgrad einer Maschine oder der stets ächte Bruch e jemals Eins oder gar größer als Eins werden kann. Der Mechaniker muß sich begnügen, nützliche Arbeit durch Maschinen verrichten zu lassen, welche die ursprüngliche Arbeit mit möglichst kleinem Verluste verwenden.

Verlust an Arbeit durch Reibung.

Bezeichnet Q das Gewicht eines auf einem andern hingleitenden Körpers, f das Verhältniß der Reibung zum Drucke oder den Reibungscoefficienten, so ist fQ

die zur Ueberwindung der Reibung erforderliche Kraft, und wenn u der von der Reibung in jeder Secunde zurückgelegte Weg ist, $Wu = fQu$ die mechanische Arbeit der Reibung oder die durch die Reibung verlorene Arbeitsgröße.

Bei Drehbewegung, wo Zapfenreibung stattfindet, kann $u = 2r\pi n$ gesetzt werden, wenn n die Umdrehungszahl pro Sec., r den Zapfenhalbmesser bezeichnet, und in diesem Falle ist

$$Wu = 2\pi rnfQ.$$

Bei einem 15000 *kil.* schweren Wasserrade, bei welchem $r = 0{,}2$ m., $n = \frac{6}{60} = \frac{1}{10}$ und $f = 0{,}1$ ist, verursacht die Reibung in jeder Secunde einen Arbeitsverlust: $Wu = 2 \,.\, 0{,}2 \,.\, 3{,}1416 \,.\, \frac{1}{10} \,.\, 0{,}1 \,.\, 15000 = 188{,}5$ *km.* oder von beiläufig $2\frac{1}{2}$ Pferdekraft.

Abgesehen von der Beschaffenheit der sich berührenden und reibenden Flächen, deren Einfluß auf die Reibung in dem jedesmaligen Coefficienten enthalten ist, hängt die durch die Reibung verlorne Arbeit also hauptsächlich von der Größe des Druckes und von der Größe des Wegs oder bei der Zapfenreibung von der Stärke des Zapfens ab, und ist um so geringer, je kleiner diese sind. Hierin liegt vorzüglich der Grund, weshalb man sowohl alle beweglichen Maschinentheile als auch Zapfen so schwach construirt, als es ohne der Haltbarkeit Eintrag zu thun, erlaubt ist, und weshalb man zu diesen Theilen besonders festes Material wählt. Wenn man bei den Schubventilen der Dampfmaschinen die Oeffnungen verhältnißmäßig viel breiter als hoch macht, so geschieht dies nur, um die reibenden Flächen einen möglichst kleinen Weg durchlaufen zu lassen, und Spitzzapfen können nur dann vor den cylindrischen stehenden Zapfen einen Vorzug

behaupten, wenn sie nur so tief in ihr Lager eintauchen, daß der größte Halbmesser des eingetauchten Theils nach einem bestimmten Verhältniß kleiner ist, als der Halbmesser des Cylinders.

Bewegung von Lasten auf horizontalem Wege.

Es ist gesagt worden, daß alle mechanische Arbeit einen Verlust an mechanischer Kraft zur Folge habe. Daraus folgt jedoch keineswegs, daß Arbeit verrichtet wird, sobald ein solcher Verlust stattfindet, mindestens nicht Arbeit in dem Sinne, in welchem sie bisher genommen wurde.

Könnte man alle zufälligen Widerstände beseitigen, so würde, um eine Last horizontal fortzubewegen, gar keine Kraft nöthig und die mechanische Arbeit, welche durch Fortbewegung der Last verrichtet wird, Null sein, weil das Product $Qh = 0$ wird, sobald der eine Factor Null ist. Denn da das Gewicht der Last senkrecht nieder zieht, die Bewegung aber horizontal erfolgt, so ist in der Richtung der Schwerkraft kein zurückgelegter Weg, in der Bewegungsrichtung kein besiegter Widerstand vorhanden, auf alle Fälle also einer der beiden Factoren h oder Q der Null gleich.

Man würde daher einen großen Irrthum begehen, wollte man die mechanische Arbeit, welche nöthig ist, eine Last mit Hilfe eines Wagens, eines Schlittens oder eines Schiffes auf horizontalem Wege fortzuschaffen, durch das Product aus dem Gewichte der Last in die Größe des Wegs ausdrücken.

Blos die zufälligen Widerstände sind es, welche bei horizontaler Bewegung einen Aufwand an mechanischer

Arbeit erfordern, und zwar einen Aufwand, welcher dem durch diese Widerstände verursachten Arbeitsverluste gleich ist. Bezeichnet daher wie früher Wu oder Ww diesen Verlust, so ist der Arbeitsaufwand Ps = Wu oder für jede Secunde Pc = Ww.

Bei Bewegung eines Schlittens z. B. ist es namentlich die Reibung, welche einen Aufwand an mechanischer Arbeit verursacht. Beträgt die Last Q = 200 *kil.*, der Reibungscoefficient f = $\frac{1}{25}$ und der in der Secunde zurückzulegende Weg = 3 *m.*, so ist Pc = Wu = f. Qu = $\frac{1}{25}$. 200 . 3 = 24 *km.* die Arbeitsgröße, welche in jeder Secunde zur Bewegung des Schlittens erfordert wird.

Ein ähnlicher Fall ist der, daß ein lebender Motor, ein Mensch, ein Thier, horizontal gehend eine Last trägt. Es erfolgt dadurch keine mechanische Arbeit in dem frühern Sinne, obschon eine Ermüdung des tragenden Geschöpfs nicht ausbleibt. Was im vorigen Falle die Reibung, der Widerstand der Luft war, das ist in diesem die Anstrengung, welche das Gehen überhaupt mit sich bringt. Der Mechanismus des Gehens besteht in einem abwechselnden Senken, Vorwärtsrücken und Heben des Schwerpunctes. Die Anstrengungen hierbei und diejenigen, mit welchen das arbeitende Geschöpf der Last zur Stütze dienen muß, sind Ursachen der Ermüdung.

Wenn man daher das Ergebniß der Anstrengungen lebender Motoren beim Tragen, wie dies zuweilen geschieht, durch das Product aus Weg und Last ausdrückt, so ist dies durchaus nicht mit derselben wirklichen mechanischen Arbeit zu verwechseln.

Ein Arbeiter z. B. der während 7 Stunden mit 40 *kil.* Belastung und 0,75 *m.* Geschwindigkeit in der

2*

Secunde gehen kann, wird deshalb nicht dieselbe Zeit hindurch in jeder Secunde 40.0,75 = 30 *km.* liefern, d. h. nicht etwa 30 *kil.* auf 1 *m.* heben können.

Durch Federkraft und Stoß verlorene und wiedergewonnene Arbeit.

Alle Körper besitzen mehr oder weniger die Eigenschaft, daß sie der Einwirkung äußerer Kräfte nachgebend, ihre Form verändern, sofort aber von selbst wieder ihre erste Form annehmen, sobald die Wirkung der Kräfte auf sie aufhört. Diese Eigenschaft der Elasticität kommt also auch allen zu dem Ganzen einer Maschine beitragenden Theilen zu und die Theile einer Maschine können nicht auf einen Widerstand wirken, nicht Bewegung fortpflanzen, ohne wenn auch noch so wenig zusammengedrückt oder ausgedehnt zu werden.

Denkt man sich einen federharten Stahlstreifen als den Repräsentanten vollkommener Elasticität, so wird die mechanische Arbeit, welche diese Feder bis zu einem gewissen Grade zu spannen vermag, durch die Summe der Producte aus den sehr kleinen Theilen des Weges des Angriffspunctes der Kraft und den während dieser kleinen Wege stattgehabten Pressungen zu messen sein. Wird jetzt der Angriffspunct der Kraft mit einem Widerstande verbunden, welcher langsam der Wirkung der Feder nachgiebt, so wird die Feder, als vollkommen elastisch gedacht, genau dieselben Wegtheilchen wieder durchlaufen, und die Pressungen, welche sie gegen den Widerstand ausübt, werden denen an den gleichen Stellen beim Aufziehen der Feder genau entsprechen. Die jetzt entwickelte mechanische Arbeit wird also auch der zum Spannen verwendeten vollkommen gleich sein.

Wie wohl es unter den festen Körpern keine vollkommen elastischen giebt, so besitzen doch manche diese Eigenschaft in so hohem Grade, daß man von derselben wirklich Gebrauch macht und sich der Federn als Arbeitsbehälter bedient, welche eine gewisse Kraft aufnehmen und zu andrer Zeit und am andern Orte wieder abgeben können. So dient z. B. die Prellstange bei Hammerwerken, um den Stoß des Hammers aufzunehmen und durch den Rückstoß den Niedergang desselben zu beschleunigen, d. i. als ein Arbeitsbehälter, der in einem Augenblicke Arbeit aufnimmt, im nächsten wieder abgiebt. So dienen Spiralfedern, zu deren Spannung es weniger Secunden bedarf, um Tage, ja Wochen lang den Mechanismus der Uhren in Bewegung zu setzen, indem sich die Feder wieder abwickelt. Und ebenso würde man Federn dazu benutzen können, um eine disponible Kraft von einem Orte zum andern zu transportiren, wenn überhaupt Federn große Kräfte aufzunehmen im Stande wären.

Wenn dagegen die Feder nicht vollkommen elastisch ist, so wird sie nicht ganz ihre vorige Lage wieder annehmen, es wird ihre innere Structur so verändert werden, daß die Theilchen nicht wieder ganz in die vorige Lage gegen einander treten können, und die wieder erstattete mechanische Arbeit wird kleiner sein, weil ein Theil der aufgewendeten zur Veränderung der innern Structur verbraucht wurde. Durch Körper also, bei welchen eine bleibende Veränderung des innern Gefüges erfolgt, welche nicht elastisch genug sind, wird ein Verlust an Arbeit erfolgen, um so größer in einer gewissen Zeit, je öfter sich in derselben Zeit der Wechsel von Ausdehnung und Zusammenziehung wiederholt.

Aus diesen Gründen bedient man sich fester, aber nicht spröder Körper zu den Bewegungstheilen der Maschinen, harter Materialien, die nicht leicht ihre Form verändern, zu Feilen, Fraisen und dergl.

Wenn nun schon bei dem bloßen Drucke der Kräfte ein Aufwand an mechanischer Arbeit stattfindet, um die Theile der die Bewegung mittheilenden Körper auszudehnen oder zusammenzudrücken, so wird dies um so mehr bei dem Stoße der Körper der Fall sein, da der Stoß als ein plötzlicher und augenblicklicher, aber um so intensiverer Druck zu betrachten ist. Es fragt sich nur, ob und unter welchen Verhältnissen die durch den Stoß verlorene Arbeit wieder gewonnen werden kann.

Kommen zwei Körper von den Gewichten Q und $Q_{\prime}$ mit den Geschwindigkeiten v und $v_{\prime}$ hintereinander hergehend, zum Stoße, so ist nach den Gesetzen des Stoßes die Geschwindigkeit des Körpers Q nach dem Stoße

$$u = v - \frac{\mu Q_{\prime}(v - v_{\prime})}{Q + Q_{\prime}},$$

und die des Körpers $Q_{\prime}$

$$u_{\prime} = v_{\prime} + \frac{\mu Q(v - v_{\prime})}{Q + Q_{\prime}},$$

wobei μ einen durch Versuche zu ermittelnden Elasticitätscoefficienten bezeichnet, um so näher der Zahl 2, je vollkommener, um so näher der Zahl 1, je unvollkommener die Elasticität ist.

Nach dem Früheren ist die mechanische Arbeit, welche die mit den Geschwindigkeiten v und $v_{\prime}$ fortgehenden Körper Q und $Q_{\prime}$ bei sich führen, $\frac{Qv^2}{2g}$ und $\frac{Q_{\prime}v_{\prime}^2}{2g}$, daher die beiden Körpern zusammen vor dem Stoße zukommende Arbeitsgröße:

$$\frac{Qv^2}{2g} + \frac{Q_,v_,^2}{2g} = \frac{1}{2g}(Qv^2 + Q_,v_,^2).$$

Sind daher u und $u_,$ die Geschwindigkeiten dieser beiden Körper nach dem Stoße, so wird die mechanische Arbeit beider alsdann:

$$\frac{Qu^2}{2g} + \frac{Q_,u_,^2}{2g} = \frac{1}{2g}(Qu^2 + Q_,u_,^2) \text{ sein.}$$

Fände nun Verlust an Arbeit durch den Stoß statt, so müßte derselbe sich durch die Differenz:

$$V = \frac{1}{2g}(Qv^2 + Q_,v_,^2) - \frac{1}{2g}(Qu^2 + Q_,u_,^2)$$

$$V = \frac{1}{2g}(Qv^2 + Q_,v_,^2 - Qu^2 - Q_,u_,^2)$$

ausdrücken lassen.

Entwickelt man die Quadrate von u und $u_,$ und führt dieselben in obige Gleichung ein, so wird:

$$V = \frac{1}{2g}\Big[Qv^2 + Q_,v_,^2 - \Big(Qv^2 - \frac{2\mu QQ_,v(v-v_,)}{Q+Q_,} + \frac{\mu^2 QQ_,(v-v_,)^2}{(Q+Q_,)^2}\Big) - \Big(Q_,v_,^2 + \frac{2\mu QQ_,v_,(v-v_,)}{Q+Q_,} + \frac{\mu^2 QQ_,(v-v_,)^2}{(Q+Q_,)^2}\Big)\Big]$$

$$V = \frac{1}{2g}\Big[Qv^2 + Q_,v_,^2 - Qv^2 - Q_,v_,^2 + \frac{2\mu QQ_,}{Q+Q_,}\Big(v(v-v_,) - v_,(v-v_,)\Big) - \frac{\mu^2 QQ_,(v-v_,)^2}{(Q+Q_,)^2}(Q+Q_,)\Big]$$

$$V = \frac{1}{2g}\cdot\frac{\mu QQ_,}{Q+Q_,}\Big[2v(v-v_,) - 2v_,(v-v_,) - \mu(v-v_,)^2\Big]$$

Da für vollkommen elastische Körper $\mu = 2$, für unelastische $\mu = 1$ ist, so folgt für den Stoß jener:

$$V = \frac{1}{2g} \cdot \frac{2QQ_{,}}{Q+Q_{,}} \left[2v(v-v_{,}) - 2v_{,}(v-v_{,}) - 2(v-v_{,})^2\right]$$

$= 0$ und für den Stoß dieser ein Verlust

$$V = \frac{1}{2g} \cdot \frac{QQ_{,}}{Q+Q_{,}} \left[2v(v-v_{,}) - 2v_{,}(v-v_{,}) - (v-v_{,})^2\right]$$

$$V = \frac{QQ_{,}(v - 2vv_{,} + v_{,}^2)}{2g(Q+Q_{,})}$$

$$= \frac{QQ_{,}(v-v_{,})^2}{2g(Q+Q_{,})}$$

Vollkommen elastische Körper verlieren also durch den Stoß keine mechanische Arbeit und besitzen nach dem Stoße ebensoviel Bewegungsmoment, als vor dem Stoße. Unelastische Körper dagegen verlieren um so mehr, je größer ihre Massen und ihre relativen Geschwindigkeiten sind.

Kommen beide Körper einander entgegen, so muß die Geschwindigkeit $v_{,}$ des einen negativ gesetzt werden, woraus der Verlust

$$V = \frac{QQ_{,}(v+v_{,})^2}{2g(Q+Q_{,})} \text{ folgt.}$$

Die verlorne Arbeitsgröße ist darum jedoch keineswegs ohne Wirkung, sie wird auf die Formveränderung der unelastischen Körper verwendet und führt, wenn die Stoßkraft groß genug ist, um den Zusammenhang der Körpertheilchen so weit zu verändern, daß sich dieselben nicht von selbst wieder vereinigen können, die völlige Zertrümmerung der an einander stoßenden Maschinentheile herbei.

Gehen z. B. zwei Locomotiven, die eine von 12000 *kil.* die andere von 7000 *kil.* Gewicht mit 12 *m.*

und 16 *m.* Geschwindigkeit hinter einander her, und erfolgt endlich ein Zusammenstoß beider, so wird die Arbeitsgröße

$$\frac{QQ_{,}(v-v_{,})^2}{2g(Q+Q_{,})} = \frac{7000.12000.(16-12)^2}{2.9{,}8088(7000+12000)}$$

$= 3605{,}7$ *km.* einzig zur Zertrümmerung und Verbiegung der Maschinentheile verwendet. Ungleich größer wird diese Kraft noch sein, wenn beide Wagen mit denselben gegebenen Geschwindigkeiten sich entgegenkommen; alsdann ist die, die Zerstörung der Locomotiven bewirkende mechanische Arbeit:

$$\frac{QQ_{,}(v+v_{,})^2}{2g(Q+Q_{,})} = \frac{7000.12000(16+12)^2}{2.9{,}8088(7000+12000)}$$

$= 176680$ *km.*

Ist eine der beiden Massen, etwa $Q_{,}$ in Ruhe, d. h. ist $v_{,} = 0$, so ist der Verlust an mechanischer Arbeit:

$$V = \frac{QQ_{,}v^2}{2g(Q+Q_{,})}$$

Soll z. B. zum Einrammen von Pfählen eine Rammmaschine angewendet werden, ist Q das Gewicht des Rammklotzes, $Q_{,}$ das des Pfahles, so ist $\frac{Qv^2}{2g}$ die mechanische Arbeit des Rammklotzes. Da aber hiervon $\frac{QQ_{,}v^2}{2g(Q+Q_{,})}$ verloren geht, so bleibt nur noch

$$\frac{Qv^2}{2g} - \frac{QQ_{,}v^2}{2g(Q+Q_{,})} = \frac{Q^2v^2}{2g(Q+Q_{,})}$$

übrig. Hat man nun den Rammklotz, um ihm die Geschwindigkeit v zu ertheilen, von der Höhe h herabfallen lassen, so ist $v = \sqrt{2gh}$ und die nutzbare mechanische Arbeit des Rammklotzes $\frac{Q^2h}{Q+Q_{,}}$; sinkt nun der Pfahl

durch den Stoß um die Tiefe s ein und betrachtet man den Widerstand des Erdbodens als eine constante Kraft P, so wird Ps ebenfalls die geleistete mechanische Arbeit sein und man wird $Ps = \frac{Q^2 h}{Q+Q_{,}}$ setzen können.

Es folgt hieraus der Widerstand des Erdreichs d. h. der Druck, welchen der Pfahl zu tragen vermag, ohne tiefer einzusinken, wenn die Einsenkungstiefe beim letzten Schlage s war, $= P \frac{Q^2 h}{s(Q+Q_{,})}$ oder die Einsenkungstiefe, welche beim letzten Schlage erfolgen muß, damit der Pfahl eine gewisse Last trage:

$$s = \frac{Q^2 h}{P.(Q+Q_{,})}$$

Wäre z. B. $Q = 300$ *kil.* $Q_{,} = 50$ *kil.* $h = 1{,}5$ *m.* und die Einsenkungstiefe beim letzten Schlage 0,001 *m.* so ist der Druck, welchen der Pfahl zu tragen vermag ohne tiefer einzudringen:

$$P = \frac{300^2 . 1{,}5}{0{,}001.(300+50)} = 385714 \textit{ kil.}$$

Ist ferner die Masse Q des bewegten Körpers so groß, daß man sie im Verhältniß zu der des andern ∞ setzen kann, so wird der Verlust durch den Stoß

$$v = \frac{\infty Q_{,} v^2}{2g(\infty+Q_{,})} = \frac{Q_{,} v^2}{2g}.$$

Wenn z. B. die mit 1 *m.* Umfangsgeschwindigkeit umlaufende Daumenwelle eines Stampfwerks den 100 *kil.* schweren Stempel ergreift, so ist dessen Geschwindigkeit, im Augenblicke des Zusammenstoßes Null, die Masse der armirten Welle aber kann, als unendlich groß gegen die der Stempel angesehen werden, da für den Fall, daß ein Wasserrad angewendet wird, die auf den mechanischen

Halbmesser reducirte Masse desselben, und für den Fall, daß irgend eine andre Umtriebsmaschine gebraucht wird, die ebendahin reducirte Masse des alsdann nothwendigen Schwungrades sicher ein sehr Vielfaches der Masse der sämmtlichen Stempel sein wird. Es geht daher durch den Stoß bei jedem Angriffe der Daumen

$$\frac{Q_{,}v^2}{2g} = \frac{100 . 1^2}{2g} = 5{,}09 \; km.$$

verlören. Beträgt nun die Höhe, auf welche der Stempel gehoben wird 0,21 *m.*, so ist die mechanische Arbeit, welche dabei auf ihn verwendet wird, und die er beim Niederfallen wieder abzugeben vermag, $100 . 02 = 20$ *km.* und der Verlust beträgt $\frac{5{,}09}{20} = 0{,}254$ der ganzen Wirkung, so daß der Stoß allein schon den Wirkungsgrad auf $e = 1 - 0{,}254 = 0{,}746$ oder beiläufig auf $\frac{3}{4}$ herabzieht.

Man sieht hieraus, von welcher Wichtigkeit es bei Maschinen ist, Stöße zu vermeiden und alle Bewegungen so anzuordnen, daß die bewegten Theile sehr allmälich aus der Ruhe in Bewegung und aus der Bewegung in Ruhe gebracht werden.

Fragt man nach dem Verluste an Arbeit, welcher statt findet, wenn ein bewegter unelastischer Körper gegen einen unbeweglich festen Körper stößt, so muß die Masse des letztern $Q_{,} = \infty$ und seine Geschwindigkeit $v_{,} = 0$ gesetzt werden. Man erhält so $V = \frac{Qv^2}{2g}$ d. h. die ganze mechanische Arbeit des bewegten Körpers geht verloren.

Endlich kann man noch ausmitteln, wieviel Arbeit ein gegen eine verhältnißmäßig sehr große mit $v_{,}$ Ge-

schwindigkeit ausweichende Masse stoßender Körper Q abgiebt, wenn er mit v Geschwindigkeit an derselben ankommt, und mit der Geschwindigkeit $v_{,}$ weitergeht, und unter welchen Verhältnissen diese Arbeitsgröße ein Maximum sein wird.

Nach dem Früheren ist die mechanische Arbeit eines aus der Geschwindigkeit v in die Geschwindigkeit $v_{,}$ übergehenden Körpers Q

$$\frac{Q}{2g}(v^2 - v_{,}^2).$$

Da jedoch hiervon durch den Stoß $\frac{Q(v - v_{,})^2}{2g}$ verloren geht, so wird von dem gestoßenen Körper eine mechanische Arbeit

$$\frac{Q}{2g}(v^2 - v_{,}^2 - (v - v_{,})^2)$$

$$= \frac{Q}{2g}(2vv_{,} - 2v_{,}^2) = \frac{Q}{g}(v - v_{,})v_{,}$$

wirklich aufgenommen.

Trifft z. B. ein 300 *kil.* schwerer Körper mit 3 *m.* Geschwindigkeit auf eine mit 2 *m.* Geschwindigkeit ausweichende Fläche, so wird letztere dadurch

$$\frac{Q}{g}(v - v_{,})\,v_{,} = \frac{300.(3-2).2.}{9,8088}$$

$$= 61,16 \text{ km.}$$

mechanische Arbeit gewinnen.

Dieser Arbeitswerth $\frac{Q}{g}(v - v_{,})v_{,}$ wird am größten werden, wenn $(v - v_{,})v_{,}$ einen größten Werth annimmt. Dieses ist der Fall, wenn $v_{,} = \frac{v}{2}$ und die Wirkung des Stoßes wird eine größte sein, wenn der gestoßne

Körper mit einer Geschwindigkeit ausweicht, welche halb so groß ist, als die des stoßenden Körpers. Für diese größte Wirkung wird aber, wenn man den Werth $v_{,} = \frac{v}{2}$ in die frühern Gleichungen einsetzt:

$$\frac{Q}{g}(v - v_{,})v_{,} = \frac{1}{2}\frac{Qv^2}{2g}.$$

Man sieht hieraus, daß beim Stoße in diesem Falle, selbst unter den günstigsten Verhältnissen nur die Hälfte der dem stoßenden Körper beiwohnenden mechanischen Arbeit gewonnen werden kann.

Was hier von den unelastischen Körpern überhaupt gesagt worden ist, das gilt nicht blos für die festen, sondern auch und namentlich für das Wasser, bei dessen Benutzung als bewegende Kraft von den zuletzt abgeleiteten Resultaten hauptsächlich Gebrauch zu machen ist.

Durch die Trägheit verlorene und wiedergewonnene Arbeit.

Die Unfähigkeit der Körper, sich von selbst in Bewegung zu setzen, oder die ihnen mitgetheilte Bewegung zu ändern, nennt man die Trägheit derselben. Sie erfordert, wie früher schon gezeigt wurde, eine gewisse mechanische Arbeit, um einen Körper aus Ruhe in Bewegung, aus einer langsamern in eine schnellere Bewegung zu setzen, giebt dieselbe jedoch wieder ab, wenn der Körper wieder in die langsamere Bewegung oder in die Ruhe übergeht.

Wenn eine Maschine vom Zustande der Ruhe ausgeht, so verlangt die Trägheit der zu bewegenden Theile, daß die bewegende Kraft die widerstehende in den ersten Momenten übertreffe, bis die Maschine diejenige gleichför-

mige Bewegung angenommen hat, in welcher die mechanische Arbeit von Kraft und Widerstand dieselbe ist, und welche man den Beharrungszustand der Maschine nennt. Hört plötzlich die Wirkung der bewegenden Kräfte auf, so wird nicht sofort auch Stillstand der Maschine erfolgen, sondern die bewegte Masse wird die auf ihre Bewegung verwendete Arbeitsgröße restituiren, und die Maschine wird allmälich aus dem Beharrungszustande in die Ruhe übergehen.

Um z. B. einen Wagen auf horizontalem Wege aus der Ruhe in Bewegung zu bringen, ist sowohl die mechanische Arbeit Wu zur Ueberwindung der Widerstände, als auch $\frac{Qv^2}{2g}$ zur Ueberwindung der Trägheit nöthig und

$$Ps = Wu + \frac{Qv^2}{2g}.$$

Während der Wagen mit gleichförmiger Geschwindigkeit fortgeht, bedarf es nur Ps = Wu mechanischer Arbeit, und wenn die Kraft aufhört, auf den Wagen zu wirken, wird derselbe noch so lange fortgehen, bis das in der trägen Masse angesammelte Bewegungsmoment $\frac{Qv^2}{2g}$ wieder abgegeben worden ist.

Es wird also zu Ende der Bewegung der Anfangs wegen der Trägheit stattfindende Verlust an Arbeit wieder gewonnen, so daß, wenn man die drei Bewegungszustände zusammenfaßt, für die ganze Länge des zurückgelegten Weges immer nur Ps = Wu mechanische Arbeit nöthig ist.

Auf dieselbe Weise legt der Kolben einer Dampfmaschine, der Hammer eines Hammerwerkes vermöge der Trägheit noch einen kleinen Weg in der Richtung zu-

rück, die ihm die bewegende Kraft ertheilte, nachdem das Dampfrohr schon geschlossen ist, der Däumling schon den Hammerhelm verlassen hat.

Paßt man die Gleichung $Ps = Wu + \frac{Qv^2}{2g}$ dem letzten Theile der Bewegung in obigem Beispiele an, so wird man $Ps = 0$ und $\frac{Qv^2}{2g}$ negativ setzen müssen und $0 = Wu - \frac{Qv^2}{2g}$ oder $Wu = \frac{Qv^2}{2g}$ erhalten. Diese Gleichung giebt ein Mittel an die Hand, die Kraft zu finden, welche auf Eisenbahnen nöthig ist zur Bewegung einer gewissen Last. Die sämmtlichen von der Unebenheit der Schienen, der Achsenreibung 2c. herrührenden Widerstände hängen jedenfalls von der Größe der Last Q ab, so daß man $W = \psi Q$ setzen kann. Dies giebt $\psi Qu = \frac{Qv^2}{2g}$ und die Verhältnißzahl zwischen Kraft und Last $\psi = \frac{v^2}{2ug}$.

Wäre z. B. beobachtet worden, daß ein Wagenzug sich mit 10 *m.* Geschwindigkeit fortbewegte und daß derselbe, nachdem die Maschine plötzlich außer Wirksamkeit gesetzt worden, noch 1000 *m.* Weg zurücklegte, so würde man schließen müssen, daß, da:

$$\psi = \frac{10^2}{2.1000.9{,}8088} = \frac{1}{196},$$

zur Fortbewegung von 196 *kil.* Last 1 *kil.* Kraft nöthig wäre.

Wenn, wie früher dargethan wurde, die Verminderung der zufälligen Widerstände namentlich der Reibung, die Forderung stellte, die Masse der Maschinen-

theile nicht größer zu machen, als um den Bedingungen der Festigkeit zu gnügen nöthig ist, so finden doch bei manchen Maschinen Verhältnisse statt, unter welchen die absichtliche Vermehrung des Gewichts der Maschinentheile Vortheile darbietet, welche für den durch die vermehrten Widerstände vermehrten Arbeitsverlust einen ungleich größeren Ersatz gewähren.

Erleiden nämlich Kraft oder Last an einer Maschine Veränderungen oder gar Unterbrechungen, welche sich in kurzer Zeit wiederholen, so haben diese einen ungleichförmigen, bald schnelleren, bald langsameren Gang der Maschine zur Folge, der sich sogar bis zur gänzlichen momentanen Pausirung der Bewegung steigern kann. In solchem Falle befinden sich z. B. Dampfmaschinen, Wassersäulenmaschinen und solche Maschinen, bei welchen gradlinige Bewegung durch Krummzapfen in rotirende oder umgekehrt, rotirende in gradlinige umgeändert werden muß, hauptsächlich aber Hammerwerke, Walz- und Schneidewerke, Pumpwerke, Stampfwerke ꝛc. bei welchen die Last absatzweise wirkt.

Der ungleichförmige Gang einer Maschine führt leicht Stöße herbei, welche eben so für die größte Wirkung der Maschine, als für die Haltbarkeit der Maschinentheile von den nachtheiligsten Folgen sind. Da nun überdies jede Maschine nur bei einem gewissen gleichförmigen Gange ihrem Zwecke vollkommen entspricht und oft nur bei einer gewissen Geschwindigkeit eine größte Leistung zuläßt, so werden die Mittel, den Gang der Maschinen gleichförmig zu machen, von der größten Wichtigkeit sein.

Zur Erreichung dieses Zweckes bedient man sich nun der Trägheit großer Massen, als Schwungräder, Schwungkolben u. dergl. Diese Massen sammeln vermöge ihrer

Trägheit während des einen Theils der Bewegung Kraft in sich an, geben sie während des andern wieder ab, und helfen so die Stockungen der Maschine ausgleichen.

Manche Maschinen, wie Wasser- und Windräder, Mühlsteine 2c. haben schon an sich die zur Ausgleichung des Ganges nöthige Masse und bilden durch sich selbst Schwungräder, bei andern dagegen müssen zu dem Behufe schwere um eine Axe schwingende Ringe angebracht werden.

Bezeichnen v und $v_{,}$ die größte und kleinste Geschwindigkeit, zwischen welchen eine Maschine im ungleichförmigen Beharrungszustande noch wechselt, wenn sie mit einem Schwungrade vom Gewichte M versehen ist, so wird, wenn M aus der Geschwindigkeit $v_{,}$ in v übergehen soll, eine Arbeitsgröße $\frac{M(v^2 - v_{,}^2)}{2g}$ erforderlich sein.

Es beträgt daher während dieses Theiles der Bewegung die nöthige Totalarbeit

$$Ps = Qh + \frac{M(v^2 - v_{,}^2)}{2g}.$$

Indem aber die Masse M des Schwungrades aus der Geschwindigkeit v wieder in $v_{,}$ übergeht, liefert sie die mechanische Arbeit $\frac{M(v^2 - v_{,}^2)}{2g}$, so daß während dieses zweiten Theiles der Bewegung nur

$$Ps = Qv - \frac{M(v^2 - v_{,}^2)}{2g}$$

mechanische Arbeit erfordert wird. Vereiniget man beide Gleichungen für Ps durch Addition, so folgt 2 Ps = 2 Qh oder Ps = Qh.

Die träge Masse des Schwungrades vermindert also, wenn man von den durch dieselbe hervorgerufenen Hinder-

nissen der Reibung, des Widerstandes der Luft &c. absieht, die effective mechanische Arbeit um Nichts.

Den Ueberschuß $\frac{M(v^2 - v_{,}^2)}{2g}$ zur Ueberwindung der Trägheit nennt man die **Ueberwucht** und die Bewegung der Maschine wird um so gleichförmiger sein, je kleiner die nöthige Ueberwucht oder je kleiner die Differenz $v^2 - v_{,}^2$ oder $v - v_{,}$ ist.

Die Differenz zweier Größen v und $v_{,}$ wird aber um so kleiner, je kleiner das Verhältniß $\frac{v - v_{,}}{v + v_{,}}$ wird. Nun ist:

$$\frac{v - v_{,}}{v + v_{,}} = \frac{v - v_{,}}{v + v_{,}} \cdot \frac{v + v_{,}}{v + v_{,}} = \frac{v^2 - v_{,}^2}{(v + v_{,})^2}$$

und wenn man den Werth: $M \frac{(v^2 - v_{,}^2)}{2g}$ mit U bezeichnet, so ist $v^2 - v_{,}^2 = \frac{2gU}{M}$, daher auch

$$\frac{v^2 - v_{,}^2}{(v + v_{,})^2} = \frac{2gU}{M(v + v_{,})^2} \text{ oder } \frac{v^2 - v_{,}^2}{(v + v_{,})^2} = \frac{gU}{2M\left(\frac{v + v_{,}}{2}\right)^2}.$$

Es wird daher $v - v_{,}$ um so kleiner werden, je kleiner der Bruch $\frac{gM}{2M\frac{(v + v_{,})^2}{2}}$ wird. Hieraus geht hervor, daß man, um den möglichst gleichförmigen Gang zu erhalten, sowohl die Masse des Schwungrades, als auch die mittlere Geschwindigkeit $\frac{v - v_{,}}{2}$ recht groß machen müsse. Da aber die mittlere Geschwindigkeit des Schwungrades wieder von dessen Höhe und der Umdrehungszahl abhängt, so wird man hohe und schnell umlaufende Schwungräder anzuwenden haben.

Animalische Kräfte.

Die bewegende Kraft der Menschen und Thiere ist andern Gesetzen unterworfen, als die der übrigen Motoren, Gesetzen, welche sich nicht durch mathematische Schlüsse im Voraus bestimmen lassen, sondern lediglich aus der Erfahrung abgeleitet werden müssen.

Da lebende Motoren nicht ohne Unterbrechung, nicht ohne längere Zwischenzeiten der Ruhe arbeiten können, welche sich täglich wiederholen, so muß das Maß ihrer Leistung auch die Zeit in sich enthalten, während welcher sie bestimmte Anstrengungen auszuüben im Stande sind. Man giebt daher von Menschen und Thieren die Leistung nicht pro Secunde an, sondern deren tägliche Arbeit und drückt diese, wenn t die tägliche Arbeitszeit in Secunden bezeichnet, während welcher ein Geschöpf mit P Kraft und c Geschwindigkeit arbeiten kann, durch Pct aus.

Die Leistungen lebender Beweger sind nun so von der physischen Beschaffenheit derselben abhängig, daß das Product Pct sich nicht wie bei andern bewegenden Kräften in beliebige Factoren zerlegen läßt, und daß für denselben Grad der täglichen Ermüdung die täglichen Leistungen sehr verschieden sein können.

Wenn z. B. ein Arbeiter bei 8stündiger Arbeitszeit an der Kurbel 8 *kil.* Kraft mit 0,75 *m.* Geschwindigkeit ausüben, also täglich Pct = 8 . 0,75 . 8 . 60 . 60 = 172800 *km.* Arbeit verrichten kann, so wird man deshalb nicht von ihm erwarten dürfen, daß er bei denselben Kraftanstrengungen 32 *kil.* mit 1,5 *m.* Geschwindigkeit 1 Stunde täglich ausübe, obschon 32 . 1,5 . 60 . 60 ebenfalls 172800 *km.* beträgt.

Wenn aber eine solche Verschiedenheit der täglichen Leistungen bei einem und demselben Geschöpfe stattfindet, je nach der Kraft, Geschwindigkeit und Arbeitszeit, mit welchen dasselbe arbeitet, so muß es nothwendig auch für eine gewisse Kraft, eine gewisse Geschwindigkeit und Arbeitszeit eine größte tägliche Leistung geben. Nur wenn das Geschöpf unter diesen günstigsten Verhältnissen arbeitet, giebt es die größte tägliche Leistung, alle andern Werthe dafür, welche dieselben Anstrengungen des lebenden Bewegers in Anspruch nehmen, geben einen geringeren Tageseffect.

Kraft, Geschwindigkeit und Arbeitszeit haben jedoch nicht allein Einfluß auf die größte Leistung eines lebenden Motors, sondern auch die Art und Weise, in welcher die Kraft derselben verwendet wird. Ein Arbeiter z. B. der an einem Haspel arbeitend, eine tägliche Arbeit von 172800 *km.* verrichtet, kann mit einer Last auf dem Rücken auf schiefer Ebene steigend, nur 56160 *km.* leisten.

Die wesentlichste Aufgabe bei Verwendung animalischer Motoren wird daher immer die sein, dieselben mit einer Geschwindigkeit, Kraft und Arbeitszeit und durch solche Vorrichtungen wirken zu lassen, welche, bei gleicher Ermüdung die größtmögliche tägliche Arbeit geben. Versuche über die größte Leistung lebender Motoren haben Coulomb, Smeaton und Desaguiliers* angestellt und deren Resultate geben das sicherste Anhalten dafür.

Ein Arbeiter kann an der Kurbel mit 8 *kil.* Kraft und 0,75 *m.* Geschwindigkeit täglich 8 Stunden arbeiten, und die passendste Kurbelhöhe ist c. 0,4 *m.* Soll nun

* Resumé de leçons sur l'application de la mécanique par M. Navier.

dieser Arbeiter eine Last von 20 *kil.* unter diesen vortheilhaftesten Verhältnissen heben, so wird der Halbmesser der Welle nur $\frac{8}{20}.0,4 = 0,16$ *m.* und die Geschwindigkeit der Last nur $\frac{8}{20}.0,75 = 0,3$ *m.* sein dürfen. Seine tägliche Arbeit wird dann $20 . 0,3 . 8 . 60 . 60 = 172800$ *km.* d. h. die größtmögliche sein.

Wasserkraft.

Wie das Gewicht fester Körper als bewegende Kraft benutzt werden kann, indem man dieselben von einem höhern nach einem tiefern Punkte herabfallen läßt, ist schon früher gezeigt worden. Die mechanische Arbeit, welche ein von der Höhe h herabsinkender Q schwerer Körper lieferte, wurde Qh gefunden. Denkt man sich nun das Herabsinken eines solchen Gewichts in jeder Secunde wiederholt, so wird die mechanische Arbeit in jeder Secunde Qh sein. Da nun, indem die bewegende Kraft des Wassers benutzt werden soll, dasselbe ebenfalls von einem höhern nach einem tiefern Punkte herabfallen muß, und da in dem Maße Qh der mechanischen Arbeit durch Nichts ein besonderer Aggregatzustand bedingt ist, so wird Qh auch die mechanische Arbeit einer von der Höhe h herabfallenden Wassermenge vom Gewichte Q sein. Bezeichnet daher m diese Wassermenge und γ das Gewicht einer Cubikeinheit derselben, so ist $Q = m\gamma$ und die mechanische Leistung pro Secunde:

$$Pc = hm\gamma.$$

Das sogenannte Gefälle d. h. die Höhe, von welcher das Wasser herabgesunken ist, und die Wassermenge, welche in einer gewissen Zeiteinheit zufließt, bestimmen daher die mechanische Wirkung des Wassers und haben beide gleichgroßen Einfluß auf dieselbe.

Hat man z. B. einen Graben, welcher in der Secunde 0,2 Cubikmeter Wasser liefert, so geführt, daß das Wasser am Ende desselben 10 *m.* herabfallen kann, so wird es an eine an dieser Stelle erbaute Maschine $Pc = 10 . 0{,}2 \gamma$ und da das Gewicht eines Cubikmeters Wasser $\gamma = 1000$ *kil.* beträgt: $Pc = 10 . 0{,}2 . 1000 = 2000$ *km.* Totaleffect abgeben können.

Da aber jede Arbeitsverrichtung durch Maschinen auch einen Verlust an Arbeit mit sich bringt, so wird diese Leistung nie ganz zu erreichen und Pc immer kleiner als $mh\gamma$ sein. Der Bruch aber $e = \frac{Pc}{mh\gamma}$, welcher um so größer, je vollkommener die Maschine ist, läßt die Zweckmäßigkeit der Maschine beurtheilen. Würde in dem vorigen Beispiele durch die Maschine eine Last von 400 *kil.* in jeder Secunde auf 4 *m.* gehoben, so würde $Pc = 4 . 400 = 1600$ und der Wirkungsgrad der Maschine $e = \frac{1600}{2000} = \frac{4}{5} = 0{,}8$ sein.

Wie die festen Körper, so kann auch das Wasser entweder während seines Niedersinkens oder erst am Ende desselben d. h. sowohl durch Druck, als durch Stoß wirken. Das erstere findet statt bei Wassersäulen-Maschinen, oberschlächtigen Rädern, Kreiselrädern 2c., das letztere bei den meisten unterschlächtigen Rädern, Muschelrädern 2c. und beides bei den mittelschlächtigen Wasserrädern.

Unter allen den Verhältnissen, welche die mechanische Leistung des Wassers herabzuziehen pflegen, ist der Stoß dasjenige, welches den größten Verlust an mechanischer Arbeit herbeiführt.

Wenn in einem vorhergehenden Abschnitte die mechanische Arbeit gesucht wurde, welche ein mit der Geschwin-

digkeit v gegen eine verhältnißmäßig große Masse stoßender Körper vom Gewichte Q an diese Masse abgiebt, wenn dieselbe mit der Geschwindigkeit $v_,$ ausweicht, so geschah dies hauptsächlich in der Absicht, bei Betrachtung der Wasserkraft davon Gebrauch zu machen. In der That findet bei der Wirkung des Wassers durch den Stoß gegen die Schaufeln eines unterschlächtigen Wasserrades dieser Fall statt, indem die Masse des Rades wirklich gegen die momentan stoßende Wassermenge sehr groß ist und beide, sowohl Wasser als Radschaufel mit gleicher Geschwindigkeit nach dem Stoße fortgehen.

Wenn daher früher für diesen Fall:

$$Pc = \frac{Q\,(v - v_,)\,v_,}{g}$$

gefunden wurde, so wird, da $m\gamma = Q$ das Gewicht der pro Secunde zufließenden Wassermenge bezeichnet, die Wirkung des Wassers durch den Stoß:

$$Pc = \frac{(v - v_,)}{g}\,v_,\,m\gamma$$

gesetzt werden können.

Soll aber diese Wirkung eine größte sein, so muß, wie ebenfalls bereits gezeigt wurde, $v_, = \frac{v}{2}$ die Geschwindigkeit des Wassers doppelt so groß sein, als die der ausweichenden Schaufel. Ferner wird für dieses Geschwindigkeitsverhältniß die Leistung $\frac{1}{2} \cdot \frac{v^2}{2g}\,m\gamma$ d. h. nur halb so groß sein, als wenn das Wasser durch Druck wirkte, da die Leistung im letztern Falle $\frac{v^2}{2g}\,m\gamma$ sein würde.

Wenn nun schon dieses Verhältniß die Hälfte des Totaleffects verloren gehen läßt, so werden die übrigen nicht zu beseitigenden Widerstände an Reibung, Gefällverlust, Wasserverlust u. dergl. den Nutzeffect noch weiter herabziehen, so daß es nicht wundern darf, wenn man den Wirkungsgrad solcher Maschinen, bei welchen das Wasser durch Stoß allein wirkt, nur etwa 0,3 annimmt, während der Wirkungsgrad oberschlächtiger Wasserräder, Wassersäulenmaschinen, Turbinen u. s. f. 0,6 bis 0,8 geschätzt wird.

Behufs eines Beispiels zur Schätzung von Wasserkräften möge eine durch Wasserkraft in Bewegung gesetzte Umtriebsmaschine zur Wasserhebung durch Pumpen bestimmt sein und die pro Secunde aus einer Tiefe von 50 *m.* zu hebende Wassermenge 0,03 Cubikmeter betragen. Wenn durch das Pumpwerk kein Verlust an mechanischer Arbeit stattfände, so würde eine effective Leistung der Umtriebsmaschine von $50 . 0{,}03 . 1000 = 1500$ *km.* nöthig sein. Nimmt man nun aber an, daß durch das Pumpwerk nur $\frac{3}{4}$ des auf dasselbe verwendeten Kraftmoments nutzbar gemacht würde, so würde das reine von der Umtriebsmaschine ausgeübte Kraftmoment $\frac{4}{3} . 1500 = 2000$ *km.* sein müssen. Ein oberschlächtiges Rad, eine Turbine oder dergleichen vom Wirkungsgrade 0,80 würde, zu dem Behufe eine Wassermenge und ein Gefälle bedürfen, deren ursprüngliche mechanische Arbeit $\frac{2000}{0{,}8} = 2500$ *km.* betragen müßte. Eignete sich jedoch die disponible Wasserkraft nicht zu einer solchen Maschine, sondern wäre man durch Verhältnisse zu einem unterschlächtigen Rade genöthigt, so würde, wenn man den Wirkungsgrad eines solchen 0,3 annimmt, ein ursprüngliches Kraftmoment

von $\frac{2000}{0,3} = 6666\frac{2}{3}$ *km.* erforderlich sein. Und wäre noch im ersten Falle das Wasserquantum pro Secunde zu 0,25 Cubikmeter, im zweiten das Gefälle zu 0,3 *m.* gegeben, so würde in jenem das Gefälle $\frac{2500}{0,25.1000} = 10\,m.$, in diesem die Wassermenge $\frac{6666\frac{2}{3}}{0,3.1000} = 2\frac{2}{9}$ Cubikmeter pro Secunde sein müssen.

Windkraft.

Wie das Wasser, wenn es von einer Höhe herabgesunken ist, und eine gewisse Geschwindigkeit erhalten hat, durch Stoß wirkt, so wirkt auch die durch Temperaturveränderung oder andere Ursachen aus dem Gleichgewichte gebrachte und bewegte Luft durch den Stoß. Sie treibt durch ihren Stoß die Flügel des Windrades wie die Segel des Schiffes.

Ist v die Geschwindigkeit des Windes, mit welcher er gegen eine mit $v_{,}$ Geschwindigkeit ausweichende Fläche stößt, so ist die der Fläche mitgetheilte mechanische Wirkung:

$$Pc = Q\,\frac{(v - v_{,})\,v_{,}}{g}$$

wenn Q das Gewicht des zum Stoße gekommenen Luftquantums ist. Diese Luftmenge ist aber einer Luftsäule gleich, welche zum Querschnitte die gestoßene Fläche und zur Höhe die relative Geschwindigkeit $v - v_{,}$ hat, so daß wenn γ das Gewicht einer Cubikeinheit Luft bezeichnet, $Q = (v - v_{,})\,F\gamma$ ist. Dies giebt:

$$Pc = \frac{(v - v_{,})^2\,v_{,}}{g}\,F\gamma$$

Da auf Windflügel der Stoß der bewegten Luft schief erfolgt, so hängt für eine gewisse Windgeschwindigkeit und Größe der gestoßenen Fläche die Leistung nicht blos von der Geschwindigkeit der ausweichenden Fläche, sondern auch von dem Stoßwinkel ab, und das Maximum der Leistung fordert für jede Geschwindigkeit der ausweichenden Fläche einen bestimmten Stoßwinkel.

Da die Geschwindigkeit eines Windflügels mit der Entfernung von der Axe sich ändert, so wird auch der Winkel, welchen die Ebene des Flügels mit der Axe des Rades macht, an verschiedenen Stellen verschieden d. h. die Flügel werden windschief construirt sein müssen.

Durch Versuche im Großen fand Smeaton, daß für die von innen nach außen auf einander folgenden Theilpuncte einer in 6 gleiche Theile getheilten Windruthe die Winkel 72°, 71°, 72°, 74°, 77½°, 83°, die vortheilhaftesten sind, und daß für eine größte Leistung die Geschwindigkeit des äußersten Ruthenendes, 2,6 bis 2,7mal so groß sein müsse, als die Geschwindigkeit des Windes. Unter diesen Verhältnissen und wenn γ in Kilogrammen, v, 'v, und die Dimensionen des Flügels in Metern gegeben sind, kann man sich der Erfahrungsformel $Pc = 0{,}13 Fv^3$ *km.* und für ein nflügliches Rad $Pc = 0{,}13\, nFv^3$ *km.* bedienen. Beträgt z. B. die Fläche sämmtlicher Flügel eines Windrades 100 □*m.* und kann die mittlere Windgeschwindigkeit zu 4 *m.* angenommen werden, so ist die mechanische Leistung dieses Windrades:

$$Pc = 0{,}13 \,.\, 100 \,.\, 4^3 = 832 \; km.$$

oder beiläufig 11 Pferdekräfte.

Wenn nun zum Betriebe eines Mahlganges und der zugehörigen Vorrichtungen 3½ Pferdekraft gehören, so lassen sich mit der obigen Windkraft füglich 3 Mahlgänge treiben.

Der Ausdruck $Pc = 0{,}13\ Fv^3$ zeigt zur Gnüge, wie selbst eine geringe Veränderung der Windgeschwindigkeit die Wirkung des Rades um ein Beträchtliches ändern müsse. Eine solche Veränderlichkeit des Windes aber findet nicht allein hinsichtlich seiner Geschwindigkeit, sondern auch in Bezug auf seine Richtung in hohem Grade statt, und es beschränkt dieselbe sehr die Anwendung der bewegten Luft als bewegende Kraft.

Dampfkraft.

Die Körper können, wie bereits dargethan wurde, vermöge ihrer größern oder geringern Elasticität, die zu ihrer Ausdehnung oder Zusammendrückung durch äußere Kräfte verwendete mechanische Arbeit mehr oder weniger vollkommen reproduciren. Da es nun für die Wirkung gleichgiltig ist, durch welches Agens die Körper ausgedehnt oder zusammengedrückt werden, so wird auch durch die mit Hilfe der Wärme hervorgebrachten Volumenveränderungen der Körper mechanische Arbeit verrichtet werden können, und zwar ebensoviel, als dieselben Veränderungen, durch äußere mechanische Kräfte hervorgerufen, geben würden.

Alle Körper nämlich, die festen sowohl als die flüßigen werden durch Mittheilung von Wärme ausgedehnt, durch Entziehung derselben zusammengezogen, und sind auf diese Weise im Stande, Widerstände, welche diesen Vorgängen entgegentreten, nicht allein zu überwinden, sondern zugleich auch durch einen Raum zu bewegen.

Die mit der Temperaturveränderung verbundene Ausdehnung ist aber bei verschiedenen Körpern sehr verschieden, am geringsten bei den festen, größer bei den flüßigen und am größten bei den luftförmigen Körpern.

Die Ausdehnung fester Körper durch die Wärme findet nur selten Anwendung zur Erzeugung großer mechanischer Wirkungen, weil eben ihre Volumenveränderung, mithin auch der Weg, den der Angriffspunct beschreibt, sehr gering ist. Desto größer kann aber dafür der Widerstand sein, der auf einen nur kleinen Weg zu überwinden ist.

So wurden von Molard in Paris große eiserne Stangen angewendet, welche er quer durch die gegenüberstehenden Wände eines großen Gebäudes zog, mit aufgeschraubten Klammern versah und durch Kohlenbecken und Weingeistflammen erhitzte, um mit Hilfe der Zusammenziehungskraft dieser Stangen beim Erkalten nach und nach die auseinandergewichenen Mauern des Gebäudes wieder einzurichten.

Bei luftförmigen Körpern ist die Volumenveränderung durch die Wärme so groß, daß sich die dadurch ins Leben gerufene Elasticität derselben zu Hervorbringung der verschiedenartigsten mechanischen Wirkungen eignet. Am häufigsten aber bedient man sich des Wasserdampfes unter diesen Körpern.

Der Wasserdampf kann als bewegende Kraft auf zweierlei Weise wirken, entweder mittelbar, indem man mit Hilfe desselben auf einer Seite einer Fläche einen luftverdünnten Raum herstellt, um auf der andern den gewöhnlichen Druck der Atmosphäre in Wirksamkeit treten zu lassen, oder mittelbar, indem man die Kraft selbst, mit welcher er sich auszudehnen strebt, auf eine bewegliche Fläche wirken läßt.

Das Bestreben elastischer Flüßigkeiten, sich in einen größern Raum auszudehnen, läßt sich bekanntlich messen durch den Druck, welchen dieselben auf die Wände des

sie umschließenden Gefäßes ausüben, und man pflegt diesen Druck durch die Höhe einer Quecksilber- oder Wassersäule auszudrücken, welche die elastische Flüßigkeit zu tragen im Stande sein würde.

Bezeichnet daher A die Größe einer dem Dampfdruck ausgesetzten Fläche, b die Höhe einer Quecksilbersäule, welche die Elasticität des Dampfes angiebt und deren Gewicht dem Drucke des Dampfes gleich ist, und γ das Gewicht einer Cubikeinheit Quecksilber, so läßt sich in $Ps = Qh$ der Druck $Q = Ab\gamma$, daher die mechanische Arbeit, welche dadurch verrichtet wird, daß der Dampf die Fläche A auf die Länge des Wegs h vor sich herschiebt, $Ps = Abh\gamma$ setzen.

Beträgt nun der Druck des Dampfes auf 1 □Centimeter p *kil.*, so ist $b\gamma = p$ wenn A in □Centimetern gegeben ist, und $Ps = Ahp$.

Für $b = 0{,}76$ *m.* d. h. für Dampf von gewöhnlichem Atmosphärdrucke ist die Pressung auf 1 □Centimeter 1,0335 *kil.* daher $p = \frac{b}{0{,}76} . 1{,}0335$ oder für den efachen Atmosphärdruck $p = 1{,}0335\ e$ *kil.*

Drückt daher auf die 100 □Centimeter große Fläche eines Kolbens, der sich in einem Cylinder bewegt, Dampf von 5 Atmosphärendruck (gemessen durch den Manometerstand $5 . 0{,}76 = 3{,}8$ *m.*), und treibt denselben 6,5 *m.* vor sich her, so ist $p = 5 . 1{,}0335 = 5{,}165$ *kil.* und die auf die Länge dieses Wegs ausgeübte mechanische Arbeit:

$$Ps = 100 . 0{,}5 . 5{,}165 = 258{,}25\ km.$$

Um durch einen besondern und einfachen Fall zu zeigen, wornach die Leistung der Dampfmaschinen zu schätzen sei, möge es als Beispiel der Beurtheilung der

Leistung einer Watt'schen Maschine von niederm Drucke gelten, deren Einrichtung aber als bekannt vorausgesetzt werden.

Macht eine solche Maschine in jeder Minute n einfache Kolbengänge, so ist der Weg des Kolbens in jeder Secunde $\frac{nh}{60}$ und die mechanische Arbeit in derselben Zeit $Pc = \frac{Ahnp}{60}$ oder da $\frac{Ah}{10000} = V$ der in jeder Secunde vom Kolben durchlaufene Raum oder das verwendete Dampfquantum in Cubikmetern ist,

$$Pc = \frac{10000\ Vnp}{60} = 166{,}666\ Vnp.$$

Von dieser mechanischen Leistung ist sofort ein bestimmter Theil abzuziehen, welcher dadurch verloren geht, daß auch bei der besten Condensation des Dampfes doch immer noch kein absolut dampf- oder luftleerer Raum hergestellt werden kann, daß also auf der Hinterseite des Kolbens ein Druck verbleibt, welcher einen gleichgroßen Druck auf der Vorderseite aufhebt.

Ist daher durch $p_{\prime}$ der im Condensator noch stattfindende Druck auf jeden Quadrat-Centimeter gemessen, so ist nur $p - p_{\prime}$ *kil.* als wirksam anzusehen, und

$$Pc = 166{,}666\ Vn\ (p - p_{\prime})\ km.$$

$$= 166{,}666\ Vnp\ (1 - \frac{p_{\prime}}{p})\ km.$$

Aber auch diese Wirkung wird nie erhalten, weil durch Dampfverlust, Abkühlung des Dampfes auf seinem Wege bis zum Kolben, durch Reibung des Kolbens und der Steuerungstheile und durch andere Nebenhindernisse ein Verlust an Arbeit herbeigeführt wird. Bezeichnet daher μ einen constanten von der Stärke der Maschine, der

Vollkommenheit ihrer Construction und ihrer Unterhaltung abhängigen Coefficienten, so ist die mechanische Leistung

$$Pc = 166{,}666\ \mu Vnp\ (1 - \frac{p_{\prime}}{p})\ km.$$

oder da 75 *km.* = 1 Pferdekraft:

$$Pc = \frac{20}{9}\ \mu Vnp\ (1 - \frac{p_{\prime}}{p})\ \text{Pferdekräfte.}$$

Der Coefficient μ ist für Maschinen

von 4 bis 8 Pferdekräften	. .	0,42 bis 0,50.
von 10 bis 20 Pferdekräften	.	0,47 bis 0,56.
von 30 bis 50 Pferdekräften	.	0,54 bis 0,60.
von 60 bis 100 Pferdekräften	.	0,60 bis 0,65.

Fragt man z. B. nach der mechanischen Leistung einer gut construirten und unterhaltenen Maschine, bei welcher der Druck des Dampfes im Kessel $1\frac{1}{2}$ Atmosphären, der Druck im Condensator 0,035 *m.* Quecksilbersäule, der Durchmesser des Kolbens 0,5 *m.*, die Höhe des Cylinders 1 *m.* und die Zahl der Kolbengänge in jeder Minute 40 beträgt, so ist:

$$p = 1\tfrac{1}{2} . 1{,}0335 = 1{,}1196\ kil.$$

$$p_{\prime} = \frac{0{,}035}{0{,}76} . 1{,}0335 = 0{,}0476\ kil.$$

$$V = \frac{1 . 0{,}25\pi}{4} = 0{,}19625\ \text{Cubikmeter,}$$

daher

$$Pc = 166{,}666\,\mu . 0{,}19625 . 40 . 1{,}1196\ (1 - \frac{0{,}0476}{1{,}1196})$$

$$= 1402{,}534 . 0{,}56 = 785{,}42\ km.$$

oder 10,47 Pferdekräfte.

Wie wir gesehen haben, ist die Wärme die ursprüngliche Quelle der durch die Dampfkraft entwickelten Arbeit.

Zur Erzeugung der Wärme gehört aber Brennmaterial und somit läßt sich die Arbeit des Dampfes auf die zur Gewinnung des Brennmaterials erforderlich gewesene Arbeit, welche ihr Maß in dem Preise des Brennstoffs hat, zurückführen.

Die Spannung des Dampfes hängt, wenigstens so lange er gesättigt, d. h. noch mit Wasser in Berührung ist, nur von seiner Temperatur t ab, und kann nach Tredgold durch $p = 0{,}000136 . \left(\frac{75 + t}{85}\right)^6$ *km.* auf 1 □Centimeter ausgedrückt werden.

Um aber Wasserdampf zu erzeugen und zu erhitzen, ist eine gewisse Wärmemenge nöthig, und diese und das Dampfquantum bestimmen die Menge des erforderlichen Brennmaterials. Weiß man daher die Anzahl der Wärmeeinheiten, welche dazu gehören, um eine Gewichtseinheit Wasser in Dampf von der Temperatur t zu verwandeln, und kennt man den Werth des Brennmaterials, d. h. die Anzahl der Wärmeeinheiten, welche einer Gewichtseinheit desselben zukommen, so läßt sich die zur Erzeugung eines Dampfquantums von gewisser Temperatur nöthige Menge Brennstoff finden.

Bezeichnet man die Wärmemenge, welche eine Gewichtseinheit Wasser um 1° erwärmen kann, mit 1 (1 Calorie), so sind, um dieselbe Wassermenge zum Sieden zu bringen, 100 solcher Einheiten nöthig, und um dieselbe dann in Dampf von 100° Temperatur zu verwandeln noch 550 Calorien. Zur Erzeugung einer Gewichtseinheit Dampf von t° Temperatur werden daher (550 + t) Cal. gehören. Wenn nun C den Brennwerth eines Brennmaterials d. h. die Anzahl der Gewichtseinheiten Wasser, welche man in einem guten Heerde

durch eine gleiche Einheit Brennmaterial um 1° erwärmen kann, angiebt, so läßt sich das zur Verwandlung von q *kil.* Wasser in Dampf von t° Temperatur nöthige Brennmaterial durch

$$B = \frac{550+t}{C} . q \; kil.$$

Ist aber die Dampfmenge dem Volumen V nach gegeben, und

$$d = \tfrac{5}{8} \frac{0,0012996\,b}{(1+0,00364\,t).0,76.}$$

$$= \tfrac{5}{8} \frac{0,0012996 . 0,76\,p}{1,0335.(1+0,00364\,t)0,76.}$$

$$= \frac{0,0007862\,p}{1+0,00364\,t}$$

die Dichtigkeit oder das specifische Gewicht t° warmen Wasserdampfs in Bezug auf Wasser, so folgt

$$Q = 1000\,Vd = \frac{0,7862\,p . V}{1+0,00364 . t}$$

und

$$B = \frac{(550+t)\,0,7862\,p . V.}{(1+0,00364\,t)\,C.}$$

Für das obige Beispiel war die Spannung des Dampfes die von $1\frac{3}{4}$ Atmosphären, daher die Temperatur desselben

$$t = 85 \sqrt[6]{1\tfrac{3}{4} . \frac{0,76}{0,01}} - 75 = 102,^{0}29.$$

Würde nun Steinkohle bester Qualität zur Kesselheizung verwendet, welche bei der besteingerichteten Feuerung 4230 Cal. giebt, so würden in jeder Secunde

$$B = \frac{0,7862\,(550+102,29.)\,1\tfrac{3}{4} . 1,0335 . 0,19625}{4230\,(1+0,00364 . 102,29)}$$

$= 0,019413$ *kil.* daher in 24 Stunden 1677,14 *kil.*

oder, den Scheffel zu 100 *kil.* gerechnet, beiläufig 17 Scheffel Kohlen erforderlich sein.

Sollte endlich diese Maschine noch zum Betriebe eines Gebläses benutzt werden, welches Wind von $\frac{1}{10}$ Atmosphärendruck liefern soll, so läßt sich die Windmenge bestimmen, welche durch die Verbindung beider Maschinen in jeder Minute geliefert werden kann.

Die mechanische Arbeit, welche eine elastische Flüßigkeit, deren Elasticität durch den Barometerstand b gegeben war, entwickelte, indem sie eine Fläche A um h fortschob, und welche $Ps = Abh\gamma$ gefunden wurde, ist offenbar eben so groß, wie die, welche eine elastische Flüßigkeit von gewöhnlichem Atmosphärdrucke so zusammenzudrücken vermag, daß sie ein Volumen Ah von der Spannung b über den Atmosphärdruck giebt. Bezeichnet daher bei einer Gebläsmaschine $Ah = M$ die in der Secunde zu liefernde Windmenge, b den Ueberschuß der Pressung des Windes über den Atmosphärdruck (durch eine Quecksilbersäule ausgedrückt) und γ das Gewicht einer Cubikeinheit Quecksilber, so ist die pro Secunde nöthige mechanische Arbeit:

$$Pc = Mh\gamma.$$

Da nun in dem vorliegenden Falle

$$Pc = 785{,}42 \textit{ km.}, \; h = \tfrac{1}{10} \,.\, 0{,}76 = 0{,}076,$$

da ferner das Gewicht eines Cubikmeters Quecksilber

$$\gamma = 1000 \,.\, 13{,}598 = 13598 \textit{ kil.},$$

so folgt:

$$Pc = 785{,}42 = 0{,}076 \,.\, 13598 \text{ M}$$

$$\text{und } M = \frac{785{,}42}{0{,}076 \,.\, 13598} = 0{,}76 \text{ Cubikmeter.}$$

Unter der Voraussetzung nun, daß durch die Widerstände am Gebläse und in dessen Windleitung, sowie am Zwischengeschirr nicht mehr als $\frac{4}{10}$ des Totaleffects verloren geht, darf man auf ein Windquantum von:

$M = 0{,}6 . 0{,}76 = 0{,}456$ Cubikmeter pro Secunde

oder 27,36 Cubikmeter pro Minute rechnen.

Zittau, im December 1841.

Anton Hallbauer.

Schulnachrichten.

A. Königliche Gewerbschule.

Durch Verordnung des Hohen Königl. Ministeriums des Innern vom 17. März 1841 ist dem Unterzeichneten die Direction der Königl. Gewerbschule und Baugewerkenschule nunmehr definitiv übertragen worden.

In dem Personale der Lehrer ist keine weitere Veränderung vorgegangen, als daß die Herren Oberlehrer an der hiesigen allgemeinen Stadtschule, Ferber und Herrmann, deren ersterer bisher die Französische, letzterer die Lateinische Sprache vorgetragen, mit Ende des Monat April v. J. aus unserm Lehrerkreise ausschieden, für den Französischen Sprachunterricht Herr Kaufmann Neumeister aus Hohenstein im Erzgebirge eintrat, den Lateinischen Unterricht aber der Unterzeichnete übernahm. Herr Kaufm. Neumeister wird uns zu Ende dieses Schuljahres wieder verlassen.

Im Monat September v. J. wurde mit den Schülern der ersten und zweiten Classe unter Leitung der beiden Lehrer Preßler und Hallbauer eine Reise in das benachbarte Böhmen unternommen, wodurch die Schüler Gelegenheit bekamen, durch eigene Anschauung an Ort und Stelle Kenntniß zu nehmen von mehreren mechanischen und chemischen Gewerben, wohin vornämlich gehörten die Glasfabrication, die Steingutmanufactur, die Maschinenspinnerei, die Weberei, die Kattundruckerei u. s. w., wozu eine vor der Hohen Staatsregierung verwilligte jährliche Summe von 30 Thalern benutzt wurde.

Im Sommerhalbjahre v. J. wurde von den Schülern der ersten Classe ein Flächenraum von 114 Ackern aufgenommen, unter Anleitung und Begleitung des Mathematicus Krause. Der gewählte Raum wird in der Richtung von Süden nach Norden von der Neisse und dem aus derselben abgeleiteten

Mühlgraben durchschnitten, und umfaßt einen Theil der am linken Ufer der Neisse gelegenen Böhmischen Vorstadt. Der auf der rechten Seite gelegene Theil des Planes enthält die Aufnahme eines Theiles des großen und kleinen Poritzscher Teiches, nebst den daran gelegenen Wiesen und erstreckt sich bis nach dem Richtplatz. Das Terrain war so gewählt, daß nicht nur die gewöhnlichen mit dem Meßtisch auszuführenden Aufgaben eingeübt wurden, sondern auch auf die bei größeren Aufnahmen so nöthige Umsicht zur Umgehung der Terrain-Hindernisse hingewiesen werden mußte.

Ueber die Vermehrung der Unterrichts-Mittel ist Folgendes zu berichten:

Durch die fürsorgende Güte der Herren Provincialstände der Königl. Sächs. Oberlausitz ist der Königl. Gewerbschule ein Geschenk von Einhundert und Fünfzig Thalern zu Theil geworden, mit dem Bedeuten, die genannte Summe zur Anschaffung des Modelles einer Dampfmaschine und eines electro-magnetischen Apparates zu verwenden. Bereits ist eine electro-magnetische und magneto-electrische Maschine angeschafft worden. In einer öffentlichen Vorlesung, welche der Lehrer der Chemie, Herr Preßler zu halten die Güte hatte, ist auch dem größeren Publicum die Wirkung derselben vor die Augen gestellt worden.

Zur Mineraliensammlung kam das im vorjährigen Programm angekündigte Geschenk des Herrn Professors Breithaupt in Freiberg, wodurch dieselbe eine bedeutende und wissenschaftlich-werthvolle Vermehrung erhielt. Wir sagen dem edlen Geber hierdurch öffentlich im Namen der Anstalt unsern gefühltesten Dank, und glauben die vollständigste Erfüllung der gütigen Absicht durch zweckmäßige Benutzung verbürgen zu können.

Auch durch Ankauf ward die Mineraliensammlung um ein Beträchtliches vermehrt.

Die Modellsammlung ist durch die Modelle eines Poncelet-Rades und eines oberschlächtigen Wasserrades vermehrt worden, und sieht der Ankunft der Modelle von einem Kreiselrade und einer Dampfmaschine entgegen.

Zur Bibliothek der Königl. Gewerbschule kamen folgende Schriften:

Anti-Wurst, deutsche Sprachlehre. No. 1—5.
Arago, Unterhaltungen a. d. Gebiete der Naturkunde. 4 Bde.
Berghaus, physikalischer Atlas. 7. u. 8. Lieferung.
Dinglers polytechnisches Journal. Bd. 79—82.
Eisenlohn, Lehrbuch der Physik.
Erdmann und Marchand Journal für practische Chemie. 21—24. Bd.
Gehler, physikalisches Wörterbuch. Bd. X.
Gerling, die Pothenotsche Aufgabe.
Gewerbeblatt f. Sachsen. Jahrg. 1841.
Graham, Lehrbuch der Chemie. Lieferung 1—9.
Grunert, Lehrbuch der Mathematik und Physik. 1. u. 2. Theil.
— Archiv für Mathematik und Physik. 1—4.
Hülße, Maschinenencyklopädie. 1—6. Heft.
Hauschild, deutsche Schulgrammatik.
Hoffmann, Sammlung d. gebräuchlichsten Maschinen. 5. Heft.
Jägermann, allgebraische Aufgaben für das Geschäftsleben.
Kaiser, Mechanik.
— Handbuch der Statik.
Karmarsch, Grundriß der mechanischen Technologie. 2. Bd. 2. u. 3. Lieferung.
Kemtz, Meteorologie. 3 Bde.
Lieberkühn, der Wiesen- und Futterbau.
Liebig und Poggendorf, Handwörterbuch der reinen und angewandten Chemie. Lieferung 1—4.
Plesch, Auszug aus der Geometrie. Geschenk des Hohen Königl. Ministeriums des Innern.
Polytechnisches Centralblatt für 1841, von Hülße.
Rätz, Geometrie für Künstler und Handwerker.
Rühlmann, technische Mechanik und Maschinenlehre. Abtheilung 1 u. 2.
v. Sydow, Erdkarte nebst Begleitworten. No. 4—6. Geschenk des Hohen Königl. Ministeriums des Innern.
Schubarth, Beitrag zur Runkelrübenzucker-Fabrication.

Schubarth und Reich, die Runkelrübenzucker-Fabrikation in Frankreich. Beide Werke vom Hrn. Professor Schubarth in Berlin geschenkt.
Verhandlungen des Gewerbevereins in Preußen. 1838, 39. u. 40.
Bericht über die Industrie- und Gewerbausstellung zu Dresden im Jahre 1840. Vom Hohen Königl. Ministerium des Innern.

Uebersicht der Unterrichts-Gegenstände im Schuljahre von Ostern 1841 bis dahin 1842.

Technische Vorträge.

In der ersten Classe ward die technische Chemie vorgetragen in wöchentlich 4 Stunden. Bei gründlicher Betrachtung der gesammten chemischen Erscheinungen ward an den entsprechenden Orten Beschreibung der wichtigsten Gewerbe eingeschaltet, worunter die Fabrication irdener Waaren, die Glasfabrication, die Bierbrauerei, die Branntweinbrennerei, Färbekunst u. s. w. Preßler, in wöchentlich 6 Stunden.

Die practisch-chemischen Arbeiten der ersten Classe im Laboratorium bestanden in Darstellung chemischer Präparate, wobei namentlich auf den von den Schülern künftig zu erwählenden Lebensberuf Rücksicht genommen ward. Hiermit stand in Verbindung eine Anleitung zur Untersuchung chemischer Verbindungen. Jeder Schüler führte ein Tagebuch über diese Arbeiten. Preßler.

Beim Vortrage der theoretischen Chemie in der zweiten Classe wurden zuerst die allgemeinen Vorbegriffe entwickelt. Sodann anorganische Chemie. Die einfachen Körper: Sauerstoff, Stickstoff, Schwefel u. s. w., ihre Verbindung unter einander, insofern dieselben neutral sind. Die Lehre von den bestimmten Verhältnissen, unter welchen sich die Körper mit einander vereinigen. Die Säuren. Die Metalle und ihre Verbindungen mit Nichtmetallen. Salze. Wöchentl. 6 Stunden. Preßler.

Die Natur- und Productenkunde ward in der zweiten Classe in wöchentlich 3 Stunden vorgetragen. Allgemeine

Eigenschaften der Mineralien. Specielle Betrachtung der einzelnen Mineralien, vorzüglich mit Berücksichtigung ihrer technischen Benutzung als: Edelsteine, Brennstoffe, Erze mit Andeutung der aus ihnen gewonnenen Producte. Betrachtung der Felsarten. In der Botanik ward die Organisation und der Bau der Pflanzen gelehrt, die Verbreitung und Eintheilung derselben vorgetragen, blüthenlose und Blüthenpflanzen behandelt. Preßler.

Die Mechanik und Maschinenlehre ward in der ersten Classe in wöchentlich 8 Stunden vorgetragen von dem Mathematikus Hallbauer. Statik und Mechanik der festen, tropfbar= und elastisch=flüßigen Körper. Betrachtung von Maschinen zur Aufnahme der animalischen Kräfte, der Wasser=, Wind= und Dampf=Kraft. Fortpflanzende, abändernde, egalisirende, regulirende und hemmende Maschinentheile. Ausübende Maschinen. Die mechanische Technologie ward ebenfalls in der ersten Classe in 4 Stunden wöchentlich vorgetragen von demselben. Verarbeitung der Metalle zur rohen Form und fernere Ausarbeitung der Metallfabrikate; Verarbeitung der spinn= und webebaren Faserstoffe; Papierfabrication.

Hiermit stand in Verbindung das Maschinenzeichnen, welches in drei Stunden wöchentlich unter Hallbauers Anleitung geübt ward. Gezeichnet wurden Kraft empfangende und ausübende Maschinen nach Vorlegeblättern, nach Modellen und nach der Natur.

In der zweiten Classe ward das Maschinenzeichnen in wöchentlich 6 Stunden geübt unter Hallbauers Anleitung. Zeichnen von Maschinentheilen und einfachen Maschinen, theils nach Vorlegeblättern, theils nach Modellen.

Die Projectionslehre ward in wöchentlich 2 Stunden in der zweiten Classe vorgetragen von Hallbauer, dabei Projection von Linien, Flächen, Körpern, von Körperdurchdringungen, Schattenconstruction und Beleuchtung der Körper behandelt und eingeübt.

Das geometrische Zeichnen, Zeichnen von geometrischen Körpern, Schrauben, Rädern u. dgl. ward unter Leitung des Mathematikus Hallbauer in der dritten Classe in wöchentlich 5 Stunden geübt.

Das Situationszeichnen ward in wöchentlich 2 Stunden unter Leitung des Mathematikus Krause geübt in der ersten und zweiten Classe; in der ersten Classe auch der Kunstwiesenbau in wöchentlich 2 Stunden, jedoch nur einen Theil des Schuljahres hindurch, vorgetragen.

Das Feldmessen, in wöchentlich 6 Stunden ward während des Sommers mit der ersten Classe unter Anleitung und Führung desselben Lehrers vorgenommen.

Die Buchhaltung ward in der ersten und zweiten Classe (nach Schiebes Buchhaltung) in wöchentlich 2 Stunden gelehrt, und in der zweiten Classe das Geschäftsrechnen (nach Mayers Aufgaben) vorgenommen von demselben Lehrer.

Mathematik und allgemeine Unterrichts-Gegenstände.

Arithmetik, Geometrie, Gleichungen, binomischer Lehrsatz, Reihen, Stereometrie, algebraische Geometrie, ebene und sphärische Trigometrie, Geometrie der krummen Linien wurden vorgetragen in der zweiten Classe in wöchentlich 4 Stunden von dem Mathematikus Hallbauer.

Arithmetik, Zahlenrechnung, Buchstabenrechnung, Algebra bis zu den Gleichungen des zweiten Grades, wurden nach eigenen Heften von dem Mathematikus Krause in wöchentlich 5 Stunden in der dritten Classe vorgetragen.

Geometrie, construirende Geometrie mit Einschluß der einfachsten Lehrsätze für den Flächeninhalt wurde nach Mayers Geometrie in wöchentlich 3 Stunden in der dritten Classe vorgetragen von dem Mathematikus Krause.

Die Physik ward in wöchentlich 5 Stunden in der dritten Classe vorgetragen von dem Oberlehrer Seidemann. Dem Vortrage wurde zum Grunde gelegt der erste Band des element. Handbuchs der industriellen Physik von Dr. Chr. Bernoulli, und der darin vorgezeichnete Gang im Allgemeinen verfolgt. Einzelne Abschnitte, namentlich die Lehre vom Lichte, von der Electricität, dem Magnetismus und dem Electromagnetismus wurden ausführlicher, als in dem Lehr-

buche der Fall ist, behandelt. Die Uebereinstimmung der aufgestellten Lehrsätze mit den Naturgesetzen wurde, so weit dies der vorhandene Apparat gestattete, durch Experimente erläutert und veranschaulicht.

Die Geschichte ward von dem Lehrer am Gymnasium, Kämmel, in wöchentlich 2 Stunden in der dritten Classe vorgetragen. Vorzugsweise ward berücksichtigt die Geschichte der Deutschen, in Umrissen die ersten Jahrhunderte, ausführlicher und in biographischer Form die Zeiten des Mittelalters und die neuere Zeit. Die fähigeren Schüler wurden zuweilen veranlaßt, das Erzählte im Zusammenhange auszuarbeiten. Benutzt ward der Leitfaden von Böttiger.

Die Geographie trug der Oberlehrer Seidemann in wöchentlich 2 Stunden in der dritten Classe vor. Bei diesem Unterrichte stellte sich der Lehrer die Aufgabe, dem Schüler ein möglichst anschauliches Bild der Erdoberfläche, namentlich von dem Festlande, zu entwerfen. Nach den nöthigen Vorerinnerungen aus der mathematischen Geographie ward eine Anleitung zum Gebrauche der Charten und zur Entwerfung der einfachsten Chartennetze, so weit diese ohne tiefere geometrische Kenntnisse möglich ist, gegeben. In die entworfenen Netze wurden sodann die Umrisse der Länder, die Gebirgszüge und Ströme, und einige wenige Orte nach Länge und Breite eingetragen. Hierauf wurde die Beschreibung eines Erdtheiles allgemein, und des einen und andern Landes specieller mitgetheilt, wobei indeß auf die Eigenthümlichkeiten, welche durch die geographische Lage, die klimatischen und localen Verhältnisse, besonders in Bezug auf die Naturproducte, bedingt sind, so wie auf das Industrielle und Commercielle der betreffenden Länder besonders Rücksicht genommen wurde. Auf diese Weise konnten in dem laufenden Schuljahre nur Europa, das Nordalpenland, das Cevennenland und die pyrenäische Halbinsel abgehandelt werden.

Die Sittenlehre ward in wöchentlich 4 Stunden vorgetragen von dem Stadtschuldirector Burdach, in folgender näheren Darlegung.

a.) Tugend- und Rechtslehre, in der dritten Classe, in wöchentlich 2 Stunden. Ueber Bestimmung des Menschen, als des vorzüglichsten Geschöpfes Gottes auf Erden. Menschenwürde, Bewahrung und Erhöhung derselben. Belehrung über die daraus hervorgehenden Rechte und Pflichten des Menschen, sowohl in Beziehung auf das Sittengesetz, als auf die gesetzlichen Einrichtungen im bürgerlichen Leben.

b.) Vaterländische Gesetz- und Verfassungskunde, in wöchentlich 2 Stunden in der zweiten Classe. Entstehung und innere Einrichtung eines Staates. Bemerkungen über die allgemeine, bei den Staatsgesellschaften übliche Verfassung, mit besonderer Beziehung auf die im Königreich Sachsen bestehenden Verhältnisse. Vertheilung der vaterländischen Regierungs-, Verwaltungs- und Richtergewalt an die einzelnen Behörden, gestützt auf die in der Verfassungsurkunde festgestellten Grundsätze. Gerechtigkeit und Wohlthätigkeit der positiven Gesetze. Gesetzliches Entstehen, Fortwirken, Erlöschen und Wiedererlangen der im Staate jedem Einzelnen zukommenden Rechte. Regeln für das pflichtmäßige Verhalten der Staatsbürger überhaupt und der sächsischen Unterhanen insbesondere; a, gegen ihre Obrigkeit und die von ihr getroffenen Einrichtungen; b, gegen ihre Mitbürger aus dem Gesichtskreise des gemeinsamen staatsgesellschaftlichen Verhältnisses und der besondern, durch die bürgerliche Verbindung in Schutz genommenen Rechte. Zuletzt noch allgemeine und besondere Regeln in Bezug auf das Verhalten bei dem Gebrauche der staatsbürgerlichen Rechte.

Die Deutsche Sprache ward in wöchentlich 8 Stunden in allen drei Classen auf folgende Weise gelehrt vom Cand. Gärtner.

In der untersten Classe, welche die verschiedenartigsten Vorkenntnisse und Kräfte vereinigt, ward, zur zweckmäßigeren Fortführung der Schüler auf dem Gebiete des mündlichen und schriftlichen Ausdrucks, ein Vereinigen dieser Kenntnisse und Kräfte zur Arbeit nach gleichen Grundsätzen nothwendig. Zu diesem Zwecke wurde die Satzlehre nach Beckerschen Grund-

sätzen, wie diese in der „Sprachdenklehre von Wurst“ dargestellt sind, ausführlich behandelt. Dasjenige, was durch diesen Unterricht zum Bewußtsein der Schüler gebracht werden konnte, wurde bei der Correctur der diesen Unterricht begleitenden schriftlichen Arbeiten wiederholend aufgefaßt. Die zahlreich gefertigten schriftlichen Aufsätze bestanden zunächst in Erzählungen und Beschreibungen, zu denen der Stoff theils gegeben, theils gesucht werden mußte. Um den mündlichen Ausdruck zu üben, wurden die gegebenen Erzählungen mehrfach nacherzählt, die schriftlich zu gebenden Beschreibungen mündlich tüchtig vorgearbeitet, und eben so auch bei der Fertigung der folgenden kürzeren Geschäftsaufsätze verfahren. Die Lehre vom Briefe und Fertigung dahin gehörender Arbeiten machten den Schluß der Uebungen auf dieser Stufe. Bei der Wahl des Stoffes für die schriftlichen Arbeiten ward die Tendenz der Anstalt und, so viel möglich, die künftige Bestimmung der Schüler im Auge behalten. Die Orthographie fand in der ersten Zeit bei besonderen Uebungen und sodann bei der Correctur fortdauernde Beachtung. Zu diesem Unterrichte waren wöchentlich 4 Stunden bestimmt.

In der Mittelclasse wurden größere Erzählungen und Beschreibungen nach gesuchten Stoffen gearbeitet. Hierauf folgte eine Anweisung zur Fertigung aller Arten von Geschäftsaufsätzen und Briefen. Die Fertigung solcher Arbeiten wurde ununterbrochen fortgesetzt. Die Correctur nahm immerwährend Rücksicht auf Satzbau und Rechtschreibung. (Unter den hierbei benutzten Hilfsmitteln leisteten Falkmanns Werke treffliche Dienste.) Der mündliche Vortrag fand bei den die Unterrichtsstunden eröffnenden Deklamirübungen Beachtung. Dieser Unterricht ward in wöchentlich 2 Stunden ertheilt.

In der obersten Classe wurde die Lehre von der Fertigung schriftlicher Arbeiten, die in den vorhergehenden Abtheilungen nur zerstreut und theilweise hatte mitbehandelt werden können, ausführlicher vorgetragen, dabei aber die Bestimmung der Schüler nie aus den Augen verloren. Diesen Unterricht begleitete die ununterbrochene Fertigung von größeren schriftlichen Arbeiten über Gegenstände aus dem Geschäftsleben. Man

versuchte sich auch im Abfassen von kürzeren und längeren Abhandlungen, wobei die Form der Rede nicht außer Acht gelassen wurde. Der mündliche Ausdruck fand außerdem noch beim Vortrage auswendig gelernter Stücke Berücksichtigung. Die Correctur der Arbeiten nahm stets auf Satzbau, Mannigfaltigkeit des Ausdrucks und, so weit nothwendig, Rechtschreibung Rücksicht. Diesem Unterrichte waren wöchentlich 2 Stunden gewidmet.

Die Französische Sprache lehrte in der zweiten u. dritten Classe Reümeister, in jeder Classe wöchentlich 2 Stunden. Nach Hirzels Lehrbuch begann er im Mai vorigen Jahres in der zweiten Classe mit der Lehre vom Gebrauche der Artikel pag. 30. Die darauf folgenden Redetheile wurden theoretisch vorgetragen und durch Uebersetzung darauf bezüglicher Aufgaben mündlich und zum größten Theil auch schriftlich eingeübt. Gegenwärtiger Standpunkt: Unregelmäßige Zeitwörter pag. 210. In der dritten Classe ward begonnen mit Leseübungen nach Hirzels Lehrbuch. Gegenwärtiger Standpunkt: Hilfszeitwörter pag. 175.

Die Lateinische Sprache ward von dem Unterzeichneten in der zweiten u. dritten Classe seit Anfang Mai's vorigen Jahres vorgetragen. Die große Ungleichheit der Schüler in ihren Vorkenntnissen machte es, bei der Anfüllung der dritten Classe (34) unmöglich, etwas Tüchtiges zu leisten, so daß die Elemente der Sprache bis auf die Lehre von den Präpositionen nach Ellendts Schulgrammatik zwar eingelernt, auch an Beispielen eingeübt wurden, aber eine gleichmäßige Fertigkeit nicht hat erzielt werden können. Auch die Einrichtung, daß ein gereifterer Schüler denen, welche ganz vom Anfange beginnen mußten, Nachhilfe in wöchentlich 2 Stunden gewährte, hat nur bei Einigen sich als erfolgreich bewährt. In der zweiten Classe wurden, nach summarischer Wiederholung der Elemente, die ersten 5 Capitel aus dem Leben des Alcibiades im Cornelius Nepos gelesen und auswendig gelernt, damit aber mündliche Uebungen im Uebersetzen aus dem Deutschen ins Latein verbunden, wobei die Hauptregeln der Lateinischen Syntax eingeübt wurden.

Kunstfertigkeiten.

Das architectonische Zeichnen ward unter Anleitung des Architecten Schramm in der ersten Classe in wöchentlich 6 Stunden, in der zweiten Classe in wöchentlich 3 Stunden vorgenommen.

Das freie Hand- und Ornamentenzeichnen ward in der ersten Classe in wöchentlich 3 Stunden, in der zweiten und dritten in wöchentlich 4 Stunden unter Anleitung des Zeichnenlehrers Müller getrieben.

Die Schönschreibekunst ward von dem Schreiblehrer Garbe in wöchentlich 2 Stunden in der dritten Classe gelehrt und geübt.

Gymnastische Uebungen wurden während der Sommermonate unter Leitung des Turn- und Tanzlehrers Lür mit sämmtlichen Schülern, welche zu diesem Zwecke in 2 Divisionen getheilt waren, in wöchentlich 4 Abendstunden im Freien zur Freude der Zöglinge und zur Beförderung ihrer Gesundheit vorgenommen und von denselben fleißig benutzt.

Die Zöglinge der Königl. Gewerbschule haben auch in diesem nun verflossenen Schuljahre das Lob der Sittlichkeit, des Gehorsams und des Fleißes im Allgemeinen verdient. Freilich hat es nicht an Ermahnungen, Rügen, kleinen Schulstrafen gefehlt; es ist jedoch weder eine Carcerstrafe noch eine Ausschließung ausgesprochen worden. Der Besuch der Unterrichtsstunden war unausgesetzt tadellos, wie sich das von selbst versteht, da das Gegentheil zur Ausschließung führen würde. Der Gesundheitszustand der Schüler war mit wenigen Ausnahmen gut und obgleich den Herbst und Winter hindurch die Varioloiden in unserer Stadt und Umgegend endemisch herrschten; so ist doch kein Gewerbschüler von denselben befallen worden.

Zu Ende des vorigen Schuljahres verließen die Anstalt:

Aus der ersten Classe.

1) Gotthold Eduard Uhlig, aus Smyrna.
2) Karl Wilhelm Schreiter, aus Großenhayn.
3) Johann Karl Gottfried Richter, aus Weigsdorf,

welche am Schlusse der Prüfung feierlich entlassen wurden, da sie den ganzen Cursus des Unterrichts rühmlichst durchgeführt hatten. Richter ward von dem Lehrercollegio einstimmig zum Empfange der Preismedaille in Silber dem Hohen Ministerio des Innern vorgeschlagen und hat dieselbe erhalten.

Aus der zweiten Classe.

1) Karl Benjamin Sußig, aus Johnsdorf.
2) Wilhelm Eduard Rüger, aus Reichenberg in Böhmen.
3) Ernst August Schafhirt, aus Zittau.
4) Karl Triebel, aus Reichenberg in Böhmen.

Aus der dritten Classe.

1) Friedrich Heinrich Lehmann, aus Reichenbach.
2) Karl Gottlieb Leupoldt, aus Reichenau.
3) Gustav Moritz Mönch, aus Großporitzsch.
4) Hermann Andr. Wende, aus Gebelzig.
5) Friedrich August Herzog, aus Mittelleutersdorf.
6) Ernst Herrmann Leberecht Kirchner, aus Ruppersdorf.
7) Heinrich Wilhelm Knothe, aus Zittau.
8) Friedrich August Bahr, aus Niederleutersdorf.
9) Ernst Friedrich Anders, aus Seifhennersdorf.

Im Laufe des Schuljahres sind von der Königl. Gewerbschule abgegangen:

Aus der ersten Classe.

1) Rudolph Hagendorn, aus Rickrisch in der könig. preuß. Oberlausitz, um Oeconom zu werden.

Aus der dritten Classe.

2) Gottlieb August Hänisch, aus Jonsdorf.
3) Ferdinand Louis Döring, vom Hasenberge bei Zittau.
4) Friedrich August Neumann, aus Niederleutersdorf.
5) Ernst Ferdinand Richter, aus Weigsdorf.
6) Gustav Adolph Gäbler, aus Niedersteinau.
7) Ernst Alexander Fürchtegott Tzschaschel, aus Nieder-Oderwitz.
8) Johann Karl Ernst Prasse, aus Breslau.

Zu Anfang des vorigen Schuljahres und im Laufe desselben wurden auf die Königl. Gewerbschule aufgenommen 23, von denen einer in die zweite Classe, die übrigen aber in die dritte Classe versetzt wurden.

Stand der Classen zu Anfang des Schuljahres.

Erste Classe.

1) Hauptmann, aus Schönbach bei Löbau.
2) Ullrich, aus Reichenbach bei Löbau.
3) Schmidt, aus Reichenberg in Böhmen.
4) Hohlfeld, aus Seida bei Budissin.
5) Neubert, aus Zittau, Zuhörer.

Zweite Classe.

6) Tietze, aus Neu-Ebersbach.
7) Bayer, aus Ebersbach.
8) Lier, aus Herrnhut.
9) Mitte, aus Zittau.
10) Schmidt, aus Ostritz.
11) Röhren, aus Dornhennersdorf.
12) Fairon, aus Verviers in Belgien.
13) Grunewald, aus Seifhennersdorf.
14) Schubert, aus Olbersdorf.

Dritte Classe.

15) Fischer, aus Nixdorf in Böhmen.
16) Hänisch, aus Jonsdorf.
17) Anton, aus Reichenberg in Böhmen.
18) Wünsche, aus Ebersbach.
19) Schirmer, aus Reichenberg in Böhmen.
20) Döring, vom Hasenberge bei Zittau.
21) Neumann, aus Niederleutersdorf.
22) Häbler, aus Großschönau.
23) Prasse, aus Breslau.
24) von Sternstein, aus Wildenfels.
25) Noack, aus Zittau.
26) Richter, aus Weigsdorf.

27) Kümmel, aus Sahlendorf.
28) Bahse I., aus Budissin.
29) Lahl, aus Zittau.
30) Tannert, aus Haynewalde.
31) Gäbler, aus Niedersteinau.
32) Tzschaschel, aus Nieder-Oderwitz.
33) Roux, aus Kamenz.
34) Weise, aus Zittau.
35) Rückert, aus Herrnhut.
36) Köcher, aus Waltersdorf.
37) Bahse II., aus Budissin.

Praeparandi.

38) Fröhlich, aus Zittau.
39) Steuer, aus Zittau.
40) Jenk, aus Zittau.
41) Fabian, aus Großschönau.
42) Ronneberger, aus Zittau.
43) Wolf, aus Zittau.
44) Lösch, aus Zittau.
45) Tzschaschel, aus Zittau.
46) Frey, aus Zittau.
47) Scharf, aus Zittau.
48) Prasse, aus Zittau, Zuhörer.

Anmerkung. Die unter dem Namen Praeparandi aufgeführten Schüler der dritten Classe werden mit Anfang des nächsten Cursus wenn sie würdig vorbereitet gefunden worden, auf das hiesige Landschullehrer-Seminar übergehen.

Verzeichniß der Schüler der Königl. Gewerbschule
zu Ende des Monats Februar 1842.

Erste Classe.

1) Hauptmann, aus Schönbach.
2) Ullrich, aus Reichenbach.
3) Schmidt, aus Reichenberg.
4) Hohlfeld, aus Seida bei Budissin.
Neubert, Zuhörer.

Zweite Classe.

5) Tietze, aus Neu-Ebersbach.
6) Beyer, aus Ebersbach.
7) Mitte, aus Zittau.
8) Lier, aus Herrnhut.
9) Röhren, aus Dornhennersdorf.
10) v. Bosse, aus Königsbrück.
11) Schmidt, aus Ostritz.
12) Löbbecke I., aus Breslau.
13) Schubert, aus Olbersdorf.
14) Fairon, aus Verviers in Belgien.
15) Grunewald, aus Seifhennersdorf.

Dritte Classe.

16) Hennicke, aus Rogau in Schlesien.
17) Weise, aus Zittau.
18) Häbler, aus Großschönau.
19) Noack, aus Zittau.
20) Löbbecke II., aus Breslau.
21) Fischer, aus Nixdorf in Böhmen.
22) Kämmel, aus Sahlendorf.
23) v. Sternstein, aus Wildenfels.
24) Rückert, aus Herrnhut.
25) Roux, aus Kamenz.
26) Bleyer, aus Geyer.
27) Miehle, aus Kohlwesa bei Hochkirch.
28) Tannert, aus Haynewalde.
29) Oskar Bahse, aus Budissin.
30) Arthur Bahse, aus Budissin.
31) Pohl, aus Neu-Warnsdorf in Böhmen.
32) Wünsche, aus Ebersbach.
33) Ullrich, aus Bellmannsdorf.
34) Lahl, aus Zittau.
35) Anton, aus Reichenberg in Böhmen.
36) Joseph Müller, aus Warnsdorf in Böhmen.
37) Johann Müller, aus Warnsdorf in Böhmen.
38) Schirmer, aus Reichenberg in Böhmen.

39) Köcher, aus Waltersdorf.
40) Hirt, aus Zittau.

Praeparandi.

41) Fröhlich, aus Zittau.
42) Steuer, aus Zittau.
43) Fabian, aus Zittau.
44) Jenk, aus Zittau.
45) Ronneberger, aus Zittau.
46) Scharf, aus Zittau.
47) Tzschaschel, aus Zittau.
48) Prietzel, aus Trattlau.

Der Schüler der zweiten Classe, Oskar Tietze aus Neu-Ebersbach, hat auf Empfehlung seiner Lehrer von dem Industrieverein für das Königreich Sachsen ein Stipendium von 30 Thalern erhalten, wofür wir dem hochachtbaren Directorio jenes Vereins unseren ergebensten Dank hierdurch öffentlich abstatten.

B. Baugewerkenschule.

Das zweite Unterrichtshalbjahr der Königl. Baugewerkenschule begann mit dem 1. Novbr. 1841, nachdem die Aufnahme der neuen Schüler den 30. Oct. Statt gefunden hatte. Der Unterricht ward jetzt das erste Mal in zwei Abtheilungen gegeben, und ein Theil der Stunden in der von dem Stadtrath hierzu bewilligten Expeditionsstube zum Bau des Rathhauses, ein anderer in den Räumen des Gewerbschulgebäudes ertheilt.

Als Theilnehmer an diesem Unterrichte hatten sich gemeldet:

Für den zweiten, oder höheren Cursus.

1) Ernst Friedrich Wilhelm Schuster, aus Zittau.
2) Johann Gottlieb Thomas, aus Zittau.
3) Karl August Schirmer, aus Zittau.
4) Ernst Heinrich Hiller, aus Zittau.
5) Friedrich August Louis Korschelt, aus Zittau.

6) Karl Wilhelm Schlägel, aus Zittau.
7) Karl August Brösel, aus Zittau.
8) Christian Ernst Ludewig, aus Zittau.
9) Johann Ernst Köhler, aus Zittau.
10) Johann Gottfried Thomas, aus Zittau.
11 Ernst Wilhelm Albrecht, aus Zittau.

Die vorstehenden Schüler des oberen Cursus hatten sämmtlich im vorigen Winterhalbjahr dem niederen Cursus des Unterrichts beigewohnt und waren für würdig erkannt worden, in den zweiten oder oberen einzutreten. Scholze, Eichler und May traten vor Anfang des zweiten Cursus aus und gingen zum Theil zu einem anderen Berufe über.

Für den ersten, oder niederen Cursus.

1) Johann Karl August Geißler, aus Zittau, Maurerlehrling, wohnte diesem Cursus noch einmal bei, nachdem er den Unterricht desselben schon im vorigen Winterhalbjahre genossen hatte.
2) Friedrich Ernst August Seibt, aus Zittau, 30 Jahr alt, Zimmergesell.
3) Ernst Friedrich Steudtner, aus Zittau, 28 Jahr alt, Zimmergesell und Militair.
4) Karl Wilh. Böhme, aus Zittau, 27 Jahr alt, Maurerges.
5) Johann Karl Glieb. Petzold, aus Olbersdorf bei Zittau, 24 Jahr alt, Maurergesell.
6) Karl Glob. Leubner, aus Zittau, 23 Jahr alt, Maurerges.
7) Ferdinand Gustav Winter, aus Zittau, 20 Jahr alt, Maurergesell.
8) Christian Friedrich Leubner, aus Zittau, 20 Jahr alt, Maurergesell.
9) Friedrich Leberecht Paul, aus Taubenhain, 20 Jahr alt, Zimmergesell.
10) Johann Karl Robert Pötschke, aus Reichenbach, 19 Jahr alt, Maurergesell.
11) Gotthelf Döring, aus Zittau, 18 Jahr alt, Maurergesell.
12) Johann Glob. Dietrich, aus Creba in der königl. preuß. Oberlausitz, 23 Jahr alt, Zimmergesell und Husar.
13) Joh. Glob. Junge, aus Hartau, 38 Jahr alt, Maurerges.

14) Benjamin August Richter, aus Zittau, 30 Jahr alt, Maurergesell.
15) Karl August Winter, aus Zittau, 37 Jahr alt, Zimmerges.
16) Johann Christian Friedrich Lindner, vom Eckartsberge bei Zittau, 30 Jahr alt, Zimmergesell.
17) Karl August Lindner, vom Eckartsberge bei Zittau, 20 Jahr alt, Zimmergesell.
18) Johann Gottlieb Dyst, vom Eckartsberge bei Zittau, 28 Jahr alt, Zimmergesell.

Von vorstehenden Schülern ging Böhme in der Mitte des Halbjahres mit einem ehrenvollen Zeugnisse ab, um nach dem Tode seines Vaters dessen Nahrung zu übernehmen. Steudtner, Seibt und Ferd. Gustav Winter gaben nach den ersten 5 Wochen ihre Aufnahmescheine zurück, ihren Austritt erklärend, da sie die zum Besuch der Unterrichtsstunden nöthige Zeit für ihre Existenz nicht entbehren konnten. Junge, Richter, die beiden Lindner und Dyst erhielten ausnahmsweise die Erlaubniß, nur die Zeichnenstunden besuchen zu dürfen; die übrigen haben den gesammten Unterricht treulich und fleißig besucht.

An Unterrichtsmitteln ist Folgendes für die Baugewerkenschule angeschafft worden:

Stieglitz, Archäologie die Baukunst. 3 Bde.
Baumgärtner, Mechanik.
Mitterer, Anleitung zur Geometrie.
Gilly, Handbuch der Landbaukunst. 3. Bd. 2. Abthl.
Linke, Bau der flachen Dächer.
Gilly, Anweisung zur Landwirthschaftlichen Baukunst. 2 Thle. mit 19 Kupfertafeln.
Triest, Handbuch zur Berechnung der Baukosten in 18 Abthl. nebst 8 lithogr. Blättern.
Eitelwein, Anweisung zur Wasserbaukunst.
Holz, architektonische Details. 12 Blätter.
Poppe, die Baugesetze des Königreichs Sachsen.
Geier, Holzverbindungen, 1. u. 2. Heft.
Morin, Hilfsbuch für praktische Mechanik.

Romberg, die Zimmerwerksbaukunst.
Bacherach, der Treppenbau.
Mylius, Unterricht im Treppenbau.
Bleichrodt, das Meisterexamen der Maurer und Zimmerleute.
v. Ehrenberg, geometrische Constructionen.
Moller, Beiträge zur Lehre von den Constructionen.
Gothisches ABC-Buch. Lieferung 1.
Jendel, Baukunst.
Wandtner, Lehrbuch der technischen Mechanik.
Burg, die geometrische Zeichnenkunst. 1. Theil.
Weinbrenner, architektonisches Lehrbuch.
Böttger, Holzarchitektur. 3. Heft.
Dahl, Denkmäler einer ausgebildeten Holzarchitektur. 3 Hefte.
Repfenbach, über Kunststraßen.
Romberg, Zeitschrift für praktische Baukunst.
Penzelin, Grundsätze über Hervorbringung vollständiger Verbrennung des Heizmaterials.
Heideloff, architektonische Glieder. Fortsetzung.
Dessen architektonische Zeichnungslehre. Mit Kupfern.
Ornamente aus deutschen Gewächsen, zum Gebrauch für Plastik und Malerei 2c. vom Professor Metzger in München. 1841. 3 Hefte.

Uebersicht der Vorträge in der Königl. Baugewerkenschule, im verflossenen Winterhalbjahre 1841 und 1842.

Erster, oder niederer Cursus.

Zahlenrechnung nach eigenen Heften in wöchentlich 4 Stunden. Mathematikus Krause.

Geometrie. (Planimetrie, Stereometrie und rectangulåre Trigonometrie nach eigenen Heften), wöchentlich 4 Stunden. Mathematikus Krause.

Projectionslehre in wöchentlich 2 Stunden. Krause.

Repetitionen in wöchentlich 2 Stunden. Krause.

Allgemeine Baukunst. Kurze Encyklopädie der Bau-

wissenschaften; von den Erfordernissen, Zwecken, Theilen, Einrichtungen der Gebäude; Lehre von den Baumaterialien; Constructionslehre, mit Hinweisung auf die Baupolizeivorschriften; ferner die Lehre von den Gewölben; der Bau der Gerüste, der Schornsteine zu großen und kleinen Feuerungen, sowie über Feuerungsanlagen überhaupt. Bau der Treppen, Decken, Fußböden, Thüren, Fenster, Küchen, Abtritte u. s. w. Von den Balkenlagen, Dächern u. s. w. Ueber den Holzschwamm, Mauerfraß, über das Aufsteigen der Grundfeuchtigkeit in den Wänden; Mittel dagegen u. s. w. Wöchentlich 6 Stunden. Schramm.

Wiederholungen in wöchentl. 2 Stunden. Schramm.

Architectonisches Zeichnen in wöchentlich 6 Stunden. Nach Vorlegeblättern, mit den Grundzügen von Schattenconstruktionen und schattirten Ausführungen. Schramm.

Freies Handzeichnen in wöchentlich 4 Stunden. Müller.

Zweiter, oder oberer Cursus.

Mechanik. Einfachste Grundzüge der Statik, Hydraulik, Hydrostatik, Dynamik und Mechanik. Nach Baumgärtners Mechanik. Hierzu Maschinenbaukunst. Zusammen in wöchentlich 5 Stunden. Krause.

Wiederholungen in wöchentlich 2 Stunden. Krause.

Specielle Maurerkunst, mit Bezug auf die bei dem Wasser-, Brücken- und Straßenbau vorkommenden Maurerarbeiten. Ueber die Festigkeit der Mauermaterialien, nebst hierauf bezüglichen Berechnungen zur Auffindung der Stärken für schwer zu belastende Bautheile, als freistehende Pfeiler u. s. w. Bestimmung der Gewölbe und Widerlagsdecken für Brückengewölbe, mittelmäßig belastete und leichte Gewölbe. Specielle Lehre über die Mauerverbände bei Ziegeln, Bruchsteinen, Quadersteinen, Guß. Ausschalung der Gewölbe, Auftragung der Gewölbbogen, Stellung und Hinwegnehmung derselben. Construktion der Thüren- und Fenster-Gesimse aus verschiedenen Materialien, der Feurungsanlagen. Die Lehre vom Steinschnitte u. s. w. Schramm.

Specielle Zimmerkunst, mit Bezugnahme auf die bei dem Brücken- und Wasserbau vorkommenden Zimmerarbeiten. Ueber die Festigkeit der Zimmermaterialien und hierauf gegründete Berechnungen zur Bestimmung der Stärke für belastete Bautheile. Verbindung der Hölzer nach ihren Hirn- und Aderseiten. Anwendung dieser Verbindung bei Zimmerwerken. Construction der Dächer, hölzerner Brücken, Gerüste. Dächer mit stehenden, liegenden Stühlen, Fellendächer, Häng- und Sprengwerke. Verfahrungsarten beim Zulegen und Abbinden der Dächer. Dachverfall; Dächer mit Flügeln, gleicher und ungleicher Breite, Schiftungen, Stuhlwinkel u. s. w. Construction und Eindeckung der Dachfenster. Besondere Verbindungen bei ökonomischen Gebäuden, Thürmen u. s. w. Die specielle Baukunde zusammen in wöchentlich 2 Stunden. Schramm.

Anweisung zum Verfertigen von Baurissen. Ueber die Stellung äußerer und innerer Formen, sowie über die innere Eintheilung der Gebäude, insbesondere der Wohn- und Wirthschaftsgebäude in wöchentlich 2 Stunden. Schramm.

Uebung im Entwerfen von Baurissen, nebst dazu gehörigen Anschlägen, in wöchentlich 2 Stunden. Schramm.

Hierüber noch Wiederholungen, in wöchentl. 2 Stunden. Schramm.

Architectonisches Zeichnen, in wöchentlich 4 Stunden. Schramm.

Freies Hand- u. Ornamentenzeichnen, in wöchentl. 4 Stunden. Müller.

Oeffentliche Prüfung beider Anstalten.

Gewerbschule.

Montags den 7. März, Vormittags 8 Uhr, im Saale der allgemeinen Stadtschule:

1) Eröffnung durch den Director.
2) Chemie mit der ersten und zweiten Classe, Preßler.
3) Maschinenlehre mit der ersten Classe, Hallbauer.
4) Arithmetik und Geometrie mit der dritten Classe, Krause.
5) Mathematik mit der zweiten Classe, Hallbauer.
6) Deutsche Sprache mit der ersten u. zweiten Cl., Gärtner.

Montags den 7. März, Nachmittags von 2 Uhr an:

1) Mechanische Technologie mit der ersten Cl., Hallbauer.
2) Französisch mit der zweiten u. dritten Cl., Neumeister.
3) Physik mit der dritten Classe, Seidemann.
4) Latein mit der zweiten Classe, Lindemann.
5) Gesetz= u. Verfassungskunde mit der zweiten Cl., Burdach.

Dienstags den 8. März, Vormittags von 10 Uhr an, im Locale der Gewerbschule:

Prüfung und Aufnahme neuer Zöglinge.

Dienstags den 8. März, Nachmittags von 2 Uhr an:

1) Tugend= und Rechtslehre mit der dritten Cl., Burdach.
2) Deutsche Sprache mit der dritten Classe, Gärtner.
3) Geographie mit der dritten Classe, Seidemann.
4) Mineralogie und Geognosie mit der ersten und zweiten Classe, Preßler.
5) Geschichte mit der dritten Classe, Kämmel.

Mittwochs den 9. März, Vormittags von 8 Uhr an:

Baugewerkenschule.

1) Allgemeine Baukunst mit der untern Abthl., Schramm.
2) Mechanik mit der obern Abtheilung, Krause.
3) Specielle Maurerkunst mit der obern Abthl., Schramm.
4) Zahlenrechnung u. Geometrie mit der untern Abthl., Krause.
5) Specielle Zimmerkunst mit der obern Abthl., Schramm.

Schluß der Prüfungen, Anzeige der Belohnungen, Einhändigung der Zeugnisse an die Abgehenden beider Anstalten, welche den ganzen Cursus vollendet haben, durch den Director.

Schriftliche Arbeiten aus allen Classen und Abtheilungen beider Anstalten werden zu gütiger Einsicht vorliegen, sowie die von den Schülern während des Unterrichts geführten Hefte. Die Probeblätter vom Maschinenzeichnen, architektonischen und freien Hand= und Ornamentenzeichnen, werden im Zeichnensaale der Stadtschule ausgestellt sein.
